

# **KAUKO-OHJATUT ILMA-ALUKSET LUONNONVARA-ALALLA**

Tutkimus käyttömahdollisuuksista, tekniikan tarjoamista vaihtoehtoista ja käyttöön  
liittyvistä osaamistarpeista.



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Biotalous liiketoiminnan kehittäminen

Syksy, 2017

Esa Lientola

Koulutus Biotalousliiketoiminnan kehittäminen  
Kampus Hämeenlinna, Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Esa Lientola	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Kauko-ohjatut ilma-alukset luonnonvara-alalla - tutkimus käyttömahdollisuuksista, tekniikan tarjoamista vaihtoehtoista ja käyttöön liittyvistä osaamistarpeista.	
<b>Ohjaajat</b>	Antti Peltola, Tero Ahvenharju, Risto Viitala	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän työn tavoitteena oli selvittää kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttöä ja niiden sovellusmahdollisuuksia sekä löytää luonnonvara-alan ammattilaisen osaamistarpeet aiheesta. Työn tilaajana oli Hämeen ammattikorkeakoulun biotalouden yksikkö ja työn tulokset ovat hyödynnettävissä suoraan opetuksessa. Tutkimus tehtiin teemahaastatteluna. Haastateltavat olivat alan tutkijoita ja käytännön lentotyötä tekeviä toimijoita. Haastateltavia tutkimuksessa oli yhteensä 12.

Tutkimuksen tuloksina syntyi kuva alan nykytilasta ja kauko-ohjattujen ilma-alusten sovellusmahdollisuuksista sekä laitteiden käyttäjien osaamistarpeista luonnonvara-alalla. Yleisiä osaamistarpeita ovat muun muassa, lentosäännöt, tekniikan tuntemus, ilmatilan tuntemus, lennon valmistelu ja suorittaminen. Alan ammattilaisen työhön erityisesti liittyviä osaamistarpeita ovat yleisimpien käyttökohteiden tuntemus ja niissä käytettävät kaukokartoitustekniikat, kartoituskuvauksen ja kerätyn aineiston analysoinnin osaaminen sekä fotogrammetristen menetelmien ymmärrys.

Työn tuottaman tiedon pohjalta suunniteltiin ja toteutettiin Hämeen ammattikorkeakoulun ensimmäinen kauko-ohjattujen ilma-alusten opintokokonaisuus keväällä 2017.

**Avainsanat** miehittämätön ilmailu, kauko-ohjattu ilma-alus, RPAS, luonnonvara-alan koulutus

**Sivut** 95 sivua, joista liitteitä 16 sivua

Degree Programme in Bioeconomy Business Development  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Esa Lientola	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Remotely piloted aircraft systems in natural resources - a research on the possibilities of use, the options offered by technology and the competence needs associated with the use.	
<b>Supervisors</b>	Antti Peltola, Tero Ahvenharju, Risto Viitala	

---

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out how remote piloted aircraft systems (RPAS) are used and what kind of application opportunities there are currently in Finland, especially in the field of natural resources. It was also wanted to clarify the competence needs of natural resource professionals utilizing RPAS:s in their work.

The thesis was done at the Unit of Bioeconomy in Häme University of Applied Sciences (HAMK) and the results of the thesis were planned to be utilized directly in the teaching.

The method of study was a focused interview. The 12 selected interviewees were researchers and practitioners using and developing the RPAS:s in practice.

The results of the study give an overview of the current use of RPAS:s in Finland, the application of RPAS:s as well as the competence needs of RPAS users. General competence needs were found out to include flight rules, technical and airspace knowledge, flight preparations and practical flying skills. Competence needs for natural resource professionals include the knowledge of the most common applications, the use of remote sensing techniques, mapping skills, analysis of collected data, and understanding of photogrammetric methods.

Based on the results of this thesis, the pilot teaching module in HAMK focusing on RPAS use was designed and carried out in the spring 2017.

**Keywords** unmanned aviation, remote piloted aircraft system, RPAS, natural resources education

**Pages** 95 pages including appendices 16 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS .....	2
2.1	Tavoitteet .....	2
2.2	Työn rajausta .....	2
3	MIEHITTÄMÄTÖN ILMAILU.....	3
3.1	Terminologiaa.....	3
3.2	Aihepiiriä käsittelevät tutkimukset .....	5
3.3	RPAS-laitteet ja valmistajat .....	6
3.3.1	Laitteet.....	6
3.3.2	Valmistajat.....	8
3.4	Miehittämättömän ilmailun markkinoiden kehitys .....	11
3.5	Laitteiden käyttö- ja sovellusmahdollisuudet .....	14
3.5.1	Kuvaaminen .....	15
3.5.2	Kartoitus .....	15
3.5.3	Tarkastustoiminta.....	21
3.6	Miehittämättömän ilmailua koskeva lainsäädäntö.....	21
3.6.1	Kansainvälinen sääntely .....	21
3.6.2	Kansallisen tason sääntely.....	22
3.7	Turvallinen toiminta kauko-ohjatulla ilma-aluksella.....	25
3.7.1	Ilma-alukset ja lennokit .....	25
3.7.2	Lentotoiminnan luonne, näköyhteys, etäisyys ja korkeus .....	26
3.7.3	Ilma aluksen lentoonlähtömassa.....	27
3.7.4	Vastuut, luvat ja velvollisuudet .....	27
3.7.5	Turvallisuus ja muille aiheutettu haitta.....	29
3.7.6	Toimiminen Suomen ilmatilassa.....	30
3.7.7	Jokamiehen oikeudet, kotirauha ja yksityisyyden suoja .....	33
4	AIHEPIIRIN KOULUTUS.....	35
4.1	RPAS-koulutustilanne .....	35
4.2	Oppilaitos RPAS-käyttäjänä.....	36
4.2.1	Kauko-ohjattu ilma-alus vai lennokki? .....	36
4.2.2	Toiminnan rekisteröinti ja yhteystiedot .....	36
4.2.3	Vakuutukset.....	37
4.2.4	Ilmatila .....	37
4.2.5	Toimintaohjeet ja -käsikirja .....	37
4.3	RPAS HAMKin opetuksessa .....	38
5	TUTKIMUS.....	40
5.1	Aineisto ja menetelmät .....	40
5.1.1	Teemahaastattelu.....	40
5.1.2	Haastateltavat .....	42
5.2	Aineiston muokkaus ja analyysi .....	44

6	TULOKSET .....	46
6.1	Haastateltavien oma suhde ja kokemus RPAS-toiminnasta. ....	46
6.2	Alan tilanne .....	47
6.2.1	Nykytila ja tulevaisuuden näkymät .....	47
6.2.2	Toimintaympäristö .....	48
6.3	Käyttö ja sovelluskohteet luonnonvara-alalla.....	50
6.3.1	Metsätalouden sovelluskohteet.....	51
6.3.2	Maatalouden sovelluskohteet.....	55
6.3.3	Rakennetun ympäristön sovelluskohteet.....	57
6.3.4	Ympäristöön liittyvät sovelluskohteet.....	59
6.4	Laitteistot, ohjelmistot ja käyttäjät .....	60
6.4.1	Laitteistot.....	60
6.4.2	Ohjelmistot .....	61
6.4.3	Käyttäjät.....	63
6.5	RPAS liiketoimintana .....	64
6.6	Aiheeseen koulutus .....	67
7	YHTEENVETOA JA POHDINTAA .....	70
7.1	Johtopäätökset tuloksista .....	70
7.1.1	Alan nykytila, tulevaisuus ja toimintaympäristö .....	70
7.1.2	Käyttö ja sovelluskohteet luonnonvara-alalla .....	70
7.1.3	Laitteistot, ohjelmistot ja käyttäjät .....	71
7.1.4	RPAS-liiketoiminta .....	72
7.1.5	Koulutus.....	72
7.2	Osaamistarpeet .....	72
7.3	Tutkimuksen luotettavuus .....	74
7.4	Pohdintaa ja jatkotutkimusaiheita .....	76
	LÄHTEET .....	79

## Liitteet

Liite 1	Ilmoitus kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttämisestä
Liite 2	Tilapäinen vaara-alue EFD412 LAMMI-EVO
Liite 3	Toimintaohje lentotoimintaan
Liite 4	Teemahaastattelun runko
Liite 5	HAMK biotalouden RPAS-moduulin kuvaus

Työssä käytetyt lyhenteet on esitelty tekstissä kohdassa, jossa niitä käsitellään, mutta alle on listattu keskeisimmät käytetyt lyhenteet:

AIS	Aeronautical Information Services, eli ilmailutiedotuspalvelu
AIP	Aeronautical information publication, eli Ilmailukäsikirja
BVLOS	Beyond Visual Line Of Sight, eli näköyhteiden ulkopuolella tapahtuva lentotoiminta
Drone	Miehittämätön laite, jota usein käytetään yleisterminä puhuttaessa kauko-ohjatuista ilma-aluksista tai lennokeista
EASA	European Aviation Safety Agency, eli Euroopan lentoturvallisuusvirasto
FAA	Federal Aviation Administration, eli Yhdysvaltain lentoturvallisuusvirasto
ICAO	International Civil Aviation Organisation, eli kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
JARUS	Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems
NOTAM	Sähkeitse jaettava tiedotus, joka sisältää sellaisia ilmailun laitteiden perustamista, kuntoa tai muutoksia, samoin kuin ilmailun palveluja, menetelmiä tai vaaratilanteita koskevia tietoja, joiden tunteminen ajoissa on oleellista lentotoiminnan kanssa tekemisissä olevalle henkilöstölle.
VLOS	Visual Line Of Sight, eli näköyhteydessä tapahtuva lentotoiminta
Trafi	Liikenteen turvallisuusvirasto
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System eli kauko-ohjatut ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä

# 1 JOHDANTO

Miehittämätön siviili-ilmailu kasvaa tällä hetkellä voimakkaasti. Kuluttajatason laitteita on saatavilla erittäin paljon ja eivätkä laitteiden hinnat ole ongelma myöskään ammattimaisen toiminnan aloittamiselle. Laitteille löydetään jatkuvasti uusia käyttökohteita ja käyttäjien määrä lisääntyy nopeasti. Alalle ennustetaan hyvää menestystä ja rahassa mitattuna miehittämättömän siviili-ilmailun maailmanmarkkinoiden arvon ennustetaan olevan 2020 noin 11 miljardia dollaria (Öhrnberg 2016). Kaupallinen toiminta perustuu yleisimmin miehittämättömässä ilma-aluksessa olevien sensoreiden keräämään ja taltioimaan tiedon hyödyntämiseen. Sensorina voidaan käyttää esimerkiksi laserkeilainta, videokameraa, infrapuna- ja lämpökameraa tai perinteistä kameroita (Kiiski, ym. 2015, 25). Alan kasvunäkymät ovat suuret ja erilaisia laitteita ja sovelluksia tulee markkinoille nopeaa tahia. Käyttäjämäärät kasvavat niin maailmalla, kuin Suomessakin. Liikenteen turvallisuusviraston RPAS-toimijailmoituksista kerätyn tilaston mukaan toimijoita oli vuoden 2017 kesäkuussa 1 511 kappaletta (Trafik 2017a), kun niitä huhtikuussa 2016 oli vain 522 kappaletta (Hannola 2016). Miehittämättömiin ilma-aluksiin liittyy kuitenkin myös turvallisuusriskejä ja toimintaa koskevat lainsäädännöt ovat vielä kehittymättömiä sekä vaihtelevat eri maissa huomattavasti. Suomen tämän hetken lainsäädäntö pyrkii olemaan liberaali ja edistämään alan tutkimus- ja kehittämistoimintaa sekä mahdollistamaan tuloksellisen liiketoiminnan.

Miehittämättömän ilmailun käyttökohteita on hyvin paljon luonnonvaralalla, ja kauko-ohjattujen ilma-alusten soveltamista erityisesti maa- ja metsätalouteen tutkitaan paljon. Miehittämättömiä ilma-aluksia on tutkittu ammattikorkeakouluissa, yliopistoissa ja eri tutkimuslaitoksissa. Opinnäytetöitä aiheesta löytyy useita, liittyen tekniikkaan, sen toimivuuteen ja hyödynnettävyyteen. Luonnonvaralalla hyödynnettävyys on pitkälti erilaisten kartoitusten tekemistä ja kuvien analysointia. Luonnonvarala nähdään yhdeksi suurimmaksi sovelluskohteeksi miehittämättömälle ilmailulle ja sen vuoksi myös oppilaitosten on oltava aktiivisia aiheen opetuksen kanssa.

Kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttäminen ei edellytä koulutusta tai lupakirjaa, joten virallista koulutusta aiheeseen ei Suomessa anneta. Käyttöön ja soveltamiseen annetaan kaupallista koulutusta Suomessa jonkin verran, mutta esimerkiksi laajempi ammattikorkeakoulutasoinen koulutus aiheeseen vielä puuttuu. Hämeen ammattikorkeakoulun biotalouden yksikössä ei tällä hetkellä opeteta kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttöä ja hyödyntämistä luonnonvaralan prosesseissa. Aiheen opettamiselle ja myös hanketoiminnan käynnistämiseksi on yksikössä kuitenkin nähty tarvetta. Tämä työ tehtiin biotalouden yksikön toimeksiannosta ja siinä selvitettiin käytön ja soveltamisen lisäksi aiheen opettamiseen liittyviä haasteita ja luonnonvaralan ammattilasten osaamistarpeita.

## 2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

### 2.1 Tavoitteet

Työn tavoite oli selvittää kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttöä ja sovel-lusmahdollisuuksia. Työssä haluttiin syventyä kauko-ohjattuihin ilma-aluk-siin ilmiönä, niiden käyttöön ja soveltamiseen luonnonvara-alalla sekä käyttöön liittyviin sääntöihin. Samalla haluttiin selvittää, mitä aiheesta on tutkittu ja millaisia sovelluskohteita on löydetty. Tavoitteena oli löytää tu-levan luonnonvara-alan ammattilaisen osaamistarpeet aiheesta, HAMKin biotalouden yksikön opetuksen tueksi.

Työn kannalta oleelliset kysymykset olivat:

- Kuinka kauko-ohjattuja ilma-aluksia käytetään ja mitä käyttäjän tulee tietää ja osata?
- Mihin kauko-ohjattuja ilma-aluksia käytetään?
  - millaisia käyttösovelluksia on jo olemassa ja mitä on tulossa?
  - mihin laitteita voidaan käyttää luonnonvara-alalla?
- Mitä luonnonvara-alan ammattilaisten tulisi tästä aiheesta osata?
  - Millaiset ovat aiheen osaamistarpeet?

### 2.2 Työn rajaus

Tässä työssä käsitellään miehittämätöntä ilmailua ja sen toteuttamista. Miehittämättömän ilmailun lähtökohtana ovat olleet sotilaalliset tarkoi-tukset ja ala voidaan jakaa siviili- ja sotilasilmailuun. Tässä työssä keski-tyttiin ainoastaan siviili-ilmailun puolella tehtäviin toimintoihin ja sovellus-kohteisiin. Toimintaympäristö eri maissa eroaa lainsäädännön ja käytän-nön toiminnan kannalta hyvin paljon. Työssä esitellään näitä eroja, mutta työssä keskitytään Suomessa tehtävään lentotoimintaan ja siihen liittyviin asioihin. Tilaajan tavoitteiden mukaisesti kauko-ohjattavien ilma-alusten käyttöä tullaan opettamaan näkökulmana toimiminen Suomessa.

Työn tilaajan toive työn aiheen ja rajauksen suhteen oli keskittyä kauko-ohjattujen ilma-alusten käytön eli lentotoiminnan opettamiseen sekä so-vellusmahdollisuuksien etsimiseen ja niiden konkreettisen osaamisen hankkimiseen. Tämän vuoksi työssä pureudutaan tarkasti käytännön len-totoiminnan perusteisiin ja sovelluskohteiden etsimiseen.

Työn aikataulullinen rajaus syntyi tilaajan toiveesta toteuttaa HAMKin bio-talouden yksikön RPAS-opinnot lukuvuoden 2016-2017 aikana. Opintojen toteuttamisajaksi valittiin HAMKin lukuvuosikalenterista kevään toinen moduulipaikka, joka tarkoitti maaliskuun ja toukokuun alun välistä aikaa. Koska työn oli tarkoitus palvella näiden opintojen suunnittelua ja toteutta-mista, oli työn tilaajan kannalta tärkeimmät tulokset saatava valmiiksi en-nen opintojen alkua.



### 3 MIEHITTÄMÄTÖN ILMAILU

#### 3.1 Terminologiaa

Miehittämätön ilmailu on ilmailua, jossa toimitaan miehittämättömällä ilma-aluksella. Miehittämättömässä ilmailussa ilma-alus kulkee etäohjattuna, ilman kyydissä olevaan ohjaajaa tai muuta henkilöstöä. Miehittämättömillä ilma-aluksilla voidaan tehdä sellaisia kevyitä tehtäviä, joita nykyään tehdään miehitetyllä ilma-aluksilla, usein huomattavasti edullisemmin (Kiiski ym. 2015, 25). Miehittämättömistä ilma-aluksista käytetään erilaisia nimityksiä, kuten RPAS, Drone, UAV, tai UAS. Yhteistä näille nimityksille on, että niillä tarkoitetaan miehittämätöntä ilma-alusta tai sen lennättämiseen käytettävää kokonaisjärjestelmää. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi suosittelee käyttämään järjestelmästä nimitystä RPAS (Remote Piloted Aircraft System) eli kauko-ohjattu ilma-alus -järjestelmä. Tässä työssä pyritään käyttämään termiä kauko-ohjattu ilma-alus tai lyhennettä RPAS. Työssä käytetään myös termiä RPAS-laite, jota käytettäessä tarkoitetaan itse ilma-alusta ja siihen liittyvää muuta kalustoa.

Trafi määrittelee verkkosivuillaan (Trafi 2016a) käsitteet seuraavasti:

*UA (Unmanned Aircraft): miehittämätön ilma-alus; ilma-alus, joka on tarkoitettu lentämään ilman ilma-aluksessa mukana olevaa ohjaajaa; tällä ei tarkoiteta lennokkia.*

*UAS (Unmanned Aircraft System): miehittämättömän ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä; miehittämätön ilma-alus ja sen käytön edellyttämät järjestelmän osat.*

*UAV (Unmanned Aerial Vehicle): vanhentunut lyhenne/termi, vastaava nykyinen on UA (ks. edellä).*

*RPA (Remotely Piloted Aircraft): kauko-ohjattu ilma-alus; miehittämätön ilma-alus, jota ohjataan kauko-ohjauspaikasta ja käytetään lento-työhön.*

*RPAS (Remotely Piloted Aircraft System): kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä, johon sisältyy: kauko-ohjattu ilma-alus, sen kauko-ohjauspaikat, tarvittavat ohjaus- ja seurantayhteydet ja muut erikseen määritetyt käytön edellyttämät järjestelmän osat.*

*Drone: ks. UA edellä. Termi viittaa usein sotilaskäytössä oleviin miehittämättömiin ilma-aluksiin. Muun muassa tästä syystä siviilikäytössä olevista miehittämättömistä ilma-alusjärjestelmistä käytetään yleensä mieluummin lyhennettä RPAS.*

*Lennokki: lentämään tarkoitettu laite, jonka mukana ei ole ohjaajaa ja jota käytetään harraste- tai urheilutarkoitukseen.*

Termit sekoittuvat niin tutkijoilla kuin mediallykin. Esimerkiksi tieteellisissä julkaisuissa, kuten Honkavaara ym. 2013 tai Tuominen ym. 2015 käytetään termiä UAV tai UAS hyvin yleisesti. Termi Drone taas on yleisesti käytössä mediassa ja sitä käytetään laajasti puhuttaessa kauko-ohjatuista ilma-aluksista tai lennokeista. Myös kansainvälisesti terminologia on aika kirjavaa. Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA käyttää termiä Drone, Yhdysvaltain lentoturvallisuusvirasto FAA taas käyttää termiä UAS, kun taas kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO käyttää sekä termiä UAS että RPAS. Drone termin käyttö ilma-alusten yhteydessä on myös sikäli haastavaa, että Drone ei rajoitu vain lentäviin laitteisiin, vaan sillä voidaan tarkoittaa myös muita miehittämättömiä kauko-ohjattuja laitteita, esimerkiksi veneitä tai sukellusveneitä. Termien RPA eli kauko-ohjattu ilma-alus ja UAV eli miehittämätön ilma-alus keskeinen ero on siinä, että RPA termissä korostetaan laitteen olevan kauko-ohjaajan ohjauksessa ja UAV termissä ei oteta kantaa miten laitetta ohjataan, eli se voi olla myös niin sanottu autonominen ilma-alus joka ei tarvitse kauko-ohjaajaa lainkaan. Suomalaisessa lainsäädännössä RPAS-toiminnoista säädettyäessä autonomiset ilma-alukset on rajattu kokonaan pois (Trafic 2016c).

Riippumatta terminologian epäselvyyksistä, tulee määritellä mitä RPAS- tai UAS-järjestelmällä tarkoitetaan. Trafic (2016c) määrittelee RPAS-järjestelmään kuuluvaksi kauko-ohjatun ilma-aluksen lisäksi kauko-ohjauspaikan, lennätykseen tarvittavat ohjaus- ja seurantayhteydet ja muita erikseen määritettyjä kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön edellyttämien järjestelmien osia. Tämä määritelmä ei vielä aukaise mitä RPAS-järjestelmällä kokonaisuudessaan tarkoitetaan. Yksinkertaisimmillaan järjestelmä sisältää ilma-aluksen ja sen ohjaamiseen käytettävän kauko-ohjaimen ja kauko-ohjaajan, joka ohjaa ilma-alusta kauko-ohjauspaikaksi kutsutusta paikasta. Kauko-ohjatut ilma-alukset ovat kuitenkin käsitteenä laajempi asia kuin yksinkertaiset kaupasta saatavat multikopterit. Tämän vuoksi järjestelmää tulee avata laajemmin kattamaan kaikki järeämmätkin järjestelmät. Lehtosen (2017) mukaan RPAS-järjestelmä kattaa seuraavat komponentit, joiden mukaan myös järjestelmän suorituskyky määrittyy.

- järjestelmän suunnitteluperusteet ja rakenne
- järjestelmän käytön kannalta välttämättömät maahan sijoitetut pääkomponentit: kauko-ohjausasema, lentoonlähtö- ja laskeutumisjärjestelmät, ohjaus- ja seuranta eli linkkijärjestelmä, tilannekuva- ja muut tiedonsiirtojärjestelmät sekä tarvittavat tuki- ja huoltojärjestelmät
- ilma-alus ja sen ohjaus-, hallinta- ja seurantajärjestelmät
- ilma-alukseen sijoitettavat hyötykuormat ja niiden ohjaus-, hallinta- ja seurausjärjestelmät.

Tämä määritelmä kattaa kaiken lentotoimintaan liittyvän kokonaisuuden. Eri järjestelmissä komponentit voivat olla joko erillään tai sitten esimerkiksi ohjaus, seuranta, ja tiedonsiirtojärjestelmä voi olla yhdistettynä yhteen kauko-ohjaimeen.

### 3.2 Aihepiiriä käsittelevät tutkimukset

Ammattikorkeakoulujen opinnäyteyöt julkaistaan Theseus-verkkopalvelussa. Palvelusta löytyy kauko-ohjattuihin ilma-aluksiin liittyviä töitä useasta eri ammattikorkeakoulusta. Nämä työt käsittelevät aihetta monesta eri näkökulmasta. Tekniikan alan töissä tutkitaan usein jonkin laitteen tuottamaa tietoa ja sen laatua. Jaakko Tawast (2015) käsittelee työssään kartoituskuvauksen tekemistä kevyellä UAV laitteella, aineiston analysointia ja luodun pistepilven ja ortoilmakuvan tarkkuuta. Työssä hän toteaa testissä olleen SenseFly Swinglet CAM -lennokin tuottavan aineistoa hyvällä tarkkuudella. Hanna-Mari Granat (2015) tutki työssään, erilaisia Suomessa saatavilla olevia kauko-ohjattuja ilma-alusjärjestelmiä ja niiden ominaisuuksia. Myös erilaisia käyttökohteita ja sovelluksia on tutkittu. Jussi Siiriäinen (2015) tutki työssään erilaisia miehittämättömien ilma-alusten käyttökohteita.

Useissa näistä töistä sivutaan myös RPAS-toimintaan liittyvää säännöstöä ja käytön periaatteita. Tuomo Tuohimaa pohtii ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyössään miehittämättömän ilmailun haasteita (Tuohimaa 2014). Hän käsittelee asiaa poliittiselta, taktiselta, taloudelliselta ja tekniseltä näkökulmalta. Työssään hän tuo esille, kuinka monta erilaista toimijaa ja millaisia haasteita miehittämättömään ilmailuun liittyy. Hänen työnsä valmistumisen jälkeen toimintaympäristö on muuttunut muun muassa 2015 voimaan tulleen suomalaisen säännösten vuoksi. Kaikissa muissakin ennen vuotta 2016 valmistuneissa töissä lainsäädännön ja käyttörajoitusten pohdinnat ovat osaltaan vanhentuneita ja niistä tehtyihin johtopäätöksiin tulee suhtautua varauksella.

Luonnonvara-alalle sovellettuja AMK-töitä löytyy verkosta useita ja ne ovat aika uusia. Jarmo Oesch (2015) tutki opinnäytetyössään Ilmakuvauksen hyödyntämistä peltoviljelyssä ja keskittyi työssään erityisesti RPAS-laitteilla tuotettuun ilmakehuun. Työssään hän esittää erilaisia tunnettuja ilmakevien käyttökohteita ja RPAS-laitteiden käyttöä niiden toteuttamisessa. Tefke (2016) selvitti työssään RPAS-laitteiden tuomia hyötyjä ja käyttökohteita viheralalla. HAMK:n Lepaan toimipisteessä tehdyn case-esimerkin avulla hän tuo esille RPAS-laitteella kuvattujen kuvien hyötyjä ja mahdollisuuksia viheralueiden suunnittelussa. Ville Kallioinen ja Lauri Laaksonen tutkivat opinnäytetyössään RPAS-laitteella kerätyn ilmakeva-aineiston käsittelyä ja puustotiedon tuottamista fotogrammetrian keinoin (Kallioinen & Laaksonen 2016). Käytössä olleen aineiston vuoksi he eivät kuitenkaan saaneet puustotietoa tuotettua, mutta selvittävät työssään aineiston käsittelyprosessia ja siihen liittyviä haasteita. Aiheesta esitetään

myös useita jatkotutkimuksen aiheita ja siitä onkin jo seuraava opinnäytetyö alkamassa HAMKin metsätalouden koulutuksessa. Samaa asiaa tutki myös Rybakov Yrkeshögskolan Noviaan tekemässään opinnäytetyössä (Rybakov 2015). Rybakov sai hyviä tuloksia puuston kokonaistilavuuden määrittämisellä mitattuna.

Aiheen parissa toimii useat tutkimuslaitokset ja tutkimusryhmät. Maanmittauslaitoksessa, Luonnonvarakeskuksessa, VTT:ssä sekä yliopistoissa on tehty useita tutkimuksia aiheesta ja tällä hetkellä tutkimusta tehdään vahvassa yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksessa toimii Drone Finland -tutkijaryhmä. Ryhmä on tehnyt metsätalouteen ja maatalouteen soveltuvia tutkimuksia. Sovelluksia on ollut täsmämaatalouteen, kuten biomassaa-arviointiin ja lannoituksen optimointiin liittyen. Kalustona on käytetty hyperspektrikameraa, lämpökameraa sekä RGB-kameraa. Tutkimuksia on tehty yhdessä VTT:n, Jyväskylän yliopiston ja Luonnonvarakeskuksen kanssa. (Drone Finland 2016.) Metsätalouteen liittyy muun muassa tutkimus, jossa kevyellä RPAS-laitteella ja siihen sijoitetulla hyperspektrikameralla tutkittiin hyönteisten aiheuttamia metsätuhoja. Tutkimuksessa saatiin hyviä tuloksia. Kuvauksen perusteella kyettiin luokittelemalla puut eläviksi, sairaiksi tai kuolleiksi 60% todennäköisyydellä ja eläviksi tai kuolleiksi 90% todennäköisyydellä. (Näsi ym. 2015.) Tuominen ym. (2015) esittelevät tutkimustensa tuloksia ja RPAS-laitteiden käyttöä metsän mittaamisessa. Heidän tutkimuksissaan ilmakuusta saatiin fotogrammetrian keinoin laserkeilausta vastaavaa tietoa ja näistä pystyttiin johtamaan puuston määrät samaan tapaan, kuin Suomen metsäkeskus tuottaa kansallista metsävaratietoa. Tämä tieto on erityisen mielenkiintoista, koska metsätaloudessa laserkeilauksella tuotettu tieto on viimevuosina ollut erittäin keskeisessä roolissa.

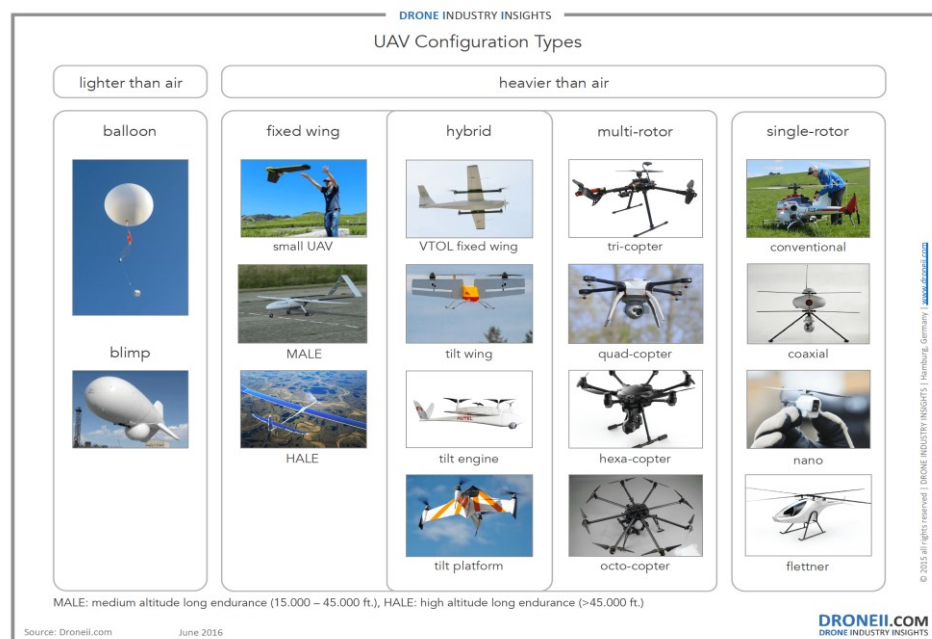
### 3.3 RPAS-laitteet ja valmistajat

#### 3.3.1 Laitteet

RPAS-laitteiden jaottelu voidaan tehdä usealla tavalla, laitteen teknisten ominaisuuksien, toimintaperiaatteen tai toiminnan aiheuttaman riskin mukaan. Teknisten ominaisuuksien mukaan jaotellaessa jako voidaan tehdä esimerkiksi lentoonlähdomassan, toimintasäteen tai toimintakorkeuden mukaan. Austin (2008, 4) määrittelee miehittämättömille ilma-aluksille jaon kuuteen eri kokoluokkaan, Hale (High altitude long endurance), Male (Medium altitude long endurance), Tuav (Medium range or tactical UAV), Muav (Mini UAV), Mav (Micro UAV) ja Nav (Nano UAV). Jaottelussa on mukana hyvin suuret, tällä hetkellä lähinnä sotilastarkoituksiin käytettävät järjestelmät. Jaottelun kolme pienintä luokkaa, Muav, Mav ja Nav ovat lentoonlähdomassaltaan alle 20 kg ja niitä, joita voidaan käyttää näköetäisyydellä. Näitä suuremmat järjestelmät toimivat vähintään sa-

dan kilometrin toimintasäteellä eikä niitä käytetä näköyhteyteen perustuvassa lentotoiminnassa. Käsitteellä Small UAV tai Small UAS taas tarkoitetaan pientä alle 25-kiloista RPAS-laitetta. Tätä määritelmää käyttää muun muassa Yhdysvaltojen lentoviranomainen, Federal Aviation Administration, tarkoittaessaan näköyhteydellä toimivia kauko-ohjaajan ohjaamia ilma-aluksia. (FAA 2016, 1.)

Laitteita määritellään myös niiden toimintaperiaatteen mukaisesti. Tällöin puhutaan, joko kiinteäsiipisistä eli fixed wing -tyyppisistä laitteista tai pyöriväsiipisistä eli rotary wing -tyyppisistä laitteista. Kiinteäsiipisten toimintaperiaate on kuten miehitetyissä lentokoneissa, kun taas pyöriväsiipisissä on erilaisia toimintaperiaatteita. Konventionaalinen pyöriväsiipinen ilma-alus toimii kuten miehitetty helikopteri, eli siinä liikettä ohjataan roottorin lapakulmia säätämällä ja peräroottorin tarkoitus on kumota pääroottorin pyrittävä voima ja näin pitää kopteri stabiilina. Usein puhutaan multikoptereista, jolloin tarkoitetaan, että kopterissa on useampia roottoreita. Quadro- eli nelikopteri on yleisin multikopterin malli ja varmasti myös yleisin RPAS-laitteen tyyppi. Siinä on neljä roottoria, joiden lapakulma ei säädy, vaan ohjaus toimii roottoreiden kierroslukua säätämällä. Multikoptereita voi olla myös, kuusi-, kahdeksan- tai vaikka 12-roottorisia. (Hassinen 2016b, 32.) Kuvassa 1 on esitettyä erilaiset miehittämättömät ilma-alukset jaoteltuna toimintaperiaatteen mukaisesti. Tässä jaottelussa on mukana myös harvinaisemmat hybridilaitteet. Näillä tarkoitetaan kääntäviäsiipisiä laitteita, jotka yhdistelevät kahden yleisemmän mallin hyviä puolia, lentävät kuten kiinteäsiipiset, mutta pystyvät nousemaan ilmaan ilman kiitotietä (PwC Drone Powered Solutions 2016, 30). Kuvasta nähdään myös, että miehittämättömistä ilma-aluksista puhuttaessa laitteiden kirjo on erittäin suuri.



Kuva 1. Miehittämättömien ilma-alusten jaottelu (Drone Industry Insights 2016).

Toisaalta esimerkiksi Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASAn säännösluonnoksen mukaan jaottelu tehdään laitteiston aiheuttaman riskin perusteella. EASA jaottelee laitteet kolmeen kategoriaan, Open, Specific ja Certified käytön aiheuttaman riskin perusteella. Jaottelun periaatteet nähdään kuvasta 2. Tässä jaottelussa Open luokka on nimensä mukaisesti avoin, ja sen käyttämiseen ei vielä tarvita lentolupakirjaa. Katteoria jae-taan vielä ala-luokkiin lentoonlähtömassan mukaan. Luokat tulevat luon-noksen mukaan olemaan alle 1 kg, alle 4 kg ja alle 25 kg. (EASA 2015b.)



Kuva 2. EASA:n RPAS-säännösluonnoksen kategoriat (EASA 2015a).

Neljäs tapa jaotella laitteita on käyttötarkoitus. Eri lähteissä puhutaan harrastuskäyttöön tai ammattikäyttöön tarkoitetuista laitteista. Tämä jako on myös toimintaan ohjaavissa säännöksissä, mutta säännökset tekevät jaon vain toiminnan luonteen, eivät laitteiden mukaan. Jako ammattikäyttöön tarkoitettuihin ja harrastuskäyttöön tarkoitettuihin laitteisiin on vaikea, koska sama laite soveltuu sekä ammatti- että harrastekäyttöön. Esimerkkinä tästä voidaan pitää kiinalaista RPAS-laitteiden markkinajohtaja DJI:ltä. Valmistajan multikopterit hallitsevat myyntitilastoja ylivoimaisesti ja niitä käytetään sekä ammatti- että harrastekäytössä.

### 3.3.2 Valmistajat

Laitevalmistajien ja valmistettavien RPAS-järjestelmien lukumäärä kasvaa nopeaan tahtiin ja eri lähteet antavat hyvinkin erilaisia valmistajien määriä. Kerran vuodessa päivittyvä julkaisu Rpas Yearbook - Rpas: The Global perspective esittelee kaikki saatavilla olevat RPAS-laitteistot ja niiden keskeisimmät ominaisuudet sekä tarjoaa tieto sidosryhmistä ja alan maailmalaa-juisesta kehityksestä (Blyenburgh & co. 2016). Taulukosta 1 nähdään, että valmistajia on tällä hetkellä noin 660 ja erilaisia RPAS-malleja noin 2 000 kappaletta. Valmistajien määrä on kasvanut tasaisesti viimeisen kymmen vuoden aikana. Näissä lukemissa on mukana sekä siviili- että sotilaskäyt- töön laitteita valmistavat yritykset. Eurooppaa tarkasteltaessa suurimpia valmistajamaita ovat Ranska, Saksa ja Iso-Britannia. Maailmanlaajuisesti

katsottaessa Yhdysvallat ja Kiina ovat valmistettavien mallien lukumäärässä katsottuna suurimmat valmistajamaat. (Blyenburgh & co. 2016, 151,208.)

Suomesta löytyy tällä hetkellä ainakin kolme valmistajaa, jotka tekevät ammattitason laitteita. Muuramelainen yritys Videodrone Finland valmistaa Geodrone ja Videodrone multikoptereita videokuvaukseen, kartoitukseen ja muuhun tarkkaa kuvaa vaativaan käyttöön (Videodrone Finland n.d.). Avartek on Kirkkonummella toimiva yritys, joka valmistaa kiinteäsiipisiä pitkän toimintamatkan RPAS-laitteistoja (Avartek 2016). Karstulassa toimiva Pohjoinen Group valmistaa Korento C -nimistä kompaktia, mutta säänkestävää RPAS-järjestelmää, johon on mahdollista liittää helposti monenlaisia sensoreita (Pohjoinen Group 2017).

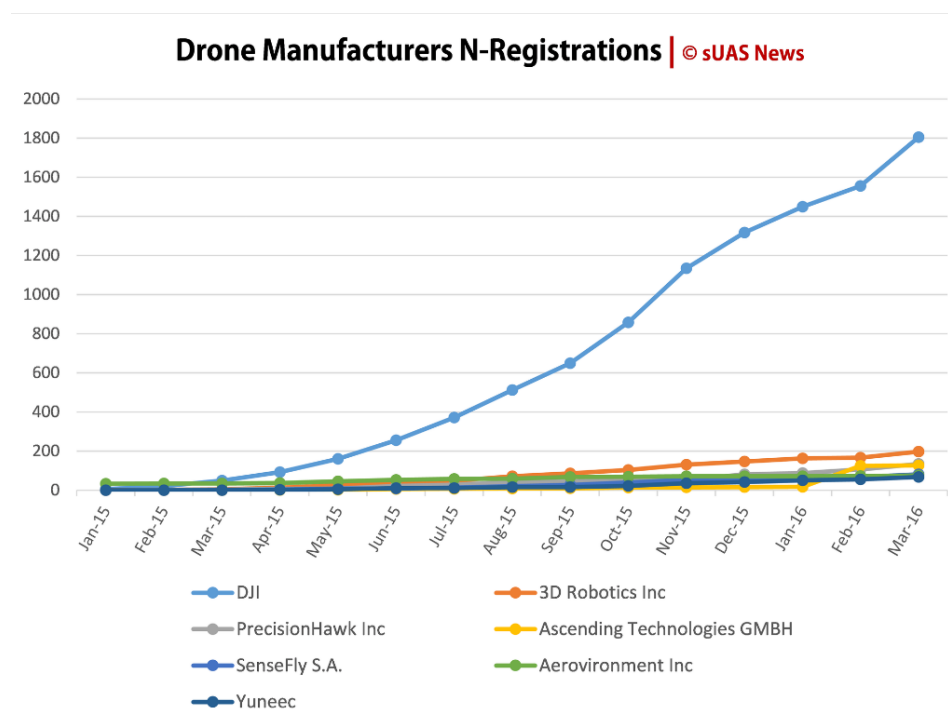
Taulukko 1. RPAS-mallien ja valmistajien määrät maailmassa (Blyenburgh & co. 2016, 151).

	2006	2008	2010	2012	2014	2016
RPAS-laitemallit	603	974	1244	1581	1884	2020
Valmistajat	252	369	500	478	589	661
Valmistusmaat	42	48	51	51	56	59

Clarity from above -julkaisu (PwC Drone Powered Solutions 2016, 29.) käsittelee mm. kauko-ohjattujen ilma-alusten suurimpia valmistajia. Julkaisussa käsitellään vain siviilikäyttöön suunnattuja laitteistoja. Julkaisu mainitsee suurimmiksi ja keskeisimmiksi valmistajiksi harrastus- ja ammattilaitteiden osalta merkit DJI, Parrot, 3D robotics, Aeryon sekä näiden koviksi kilpailijoiksi merkit Ehang, Walkera, Squadron system, Xiro ja Yuneec. DJI hallitsee tällä hetkellä ylivoimaisesti markkinoita, erityisesti harrastuskäyttöön suunnitelluilla Phantom sarjan laitteilla, mutta valmistajalla on myös useita ammattikäyttöön suunnattuja laitteita. Tämä käy ilmi myös kuvasta 3, jossa esitetään Yhdysvalloissa kaupalliseen käyttöön rekisteröidyt miehittämättömät ilma-alukset. Yhdysvaltalainen 3D Robotics valmistaa pitkälle automatisoituja miehittämättömiä ilma-aluksia moniin eri käyttötarkoituksiin, kuten maatalouteen, infrastruktuurin hallintaa, maanmittaukseen ja kartoitukseen. Ranskalainen Parrot valmistaa harrastuskäyttöön suunnattuja multikoptereita ja SenseFly-merkkisiä maatalouteen, maanmittaukseen, kaivostoimintaan ja paikkatiedon tuottamiseen suunnattuja kiinteäsiipisiä miehittämättömiä ilma-aluksia. Aeryon on Kanadalainen valmistaja, joka valmistaa sekä siviili- että sotilaskäyttöön suunnattuja ilma-aluksia. Aeryon Sky Ranger on valmistajan tunnetuimpia laitteita.

Tarkasteltaessa käytössä olevien ilma-alusten määriä ja malleja huomataan, että DJI hallitsee markkinoita erittäin voimakkaasti. Tästä esimerk-

kinä Yhdysvalloissa 2015 vuonna rekisteröityjen laitteiden tilastossa yhdeksän kymmenestä suosituimmasta laitteesta on DJI:n valmistamia (Drone Industry Insights 2016). Toinen tilasto kertoo valmistajien osuuden kaikista rekisteröidyistä RPAS-laitteista Yhdysvalloissa. Siitä nähdään DJI:n rekisteröityjen laitteiden määräksi noin 1,8 miljoonaa kun muut suurimmat valmistajat pääsevät hieman alla 200 000 rekisteröidyn laitteen määriin (kuva3).



Kuva 3. Rekisteröityjen miehittämättömien ilma-alusten määrien kehitys valmistajittain, tuhatta kappaletta (sUAS News 2016).

Miehittämättömän ilmailun markkinat voidaan jakaa usealla tavalla. Kuva 4 nähdään jako eri toimintoihin, toimijoiden määrä ja niiden jakautuminen. Koko markkinoita käsiteltäessä nähdään, että laitevalmistajien lisäksi palveluntarjoajia, ohjelmistojen valmistajia, laitteiston soveltajia, lisävarusteiden tuottajia, huoltopalveluiden tuottajia ja monia muita toimijoita on paljon.



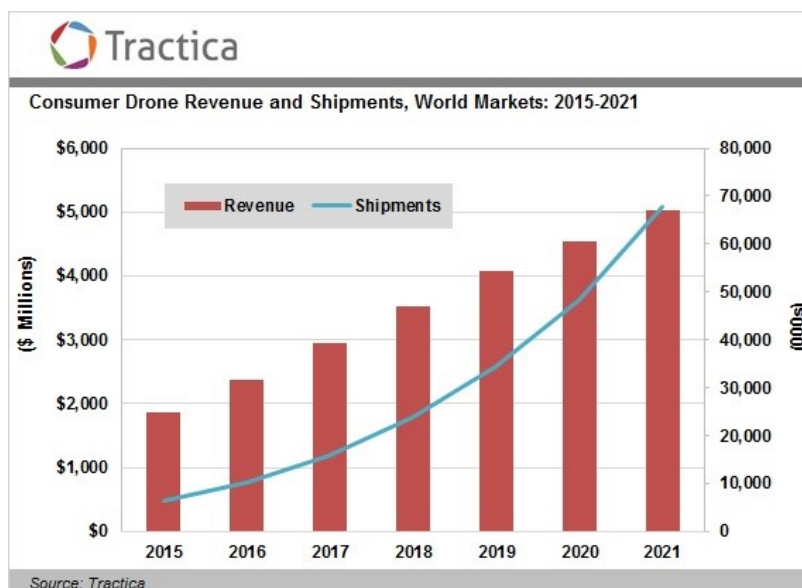


Kuva 4. Miehittämättömän ilmailun markkinoiden ympäristö (Drone Industry Insights 2016).

### 3.4 Miehittämättömän ilmailun markkinoiden kehitys

Alan markkinapotentiaalia ja kasvunäkymiä arvioidaan useissa lähteissä ja useat konsulttitoimistot esittelevät omia näkemyksiään. Yhteistä eri näkemyksille on hyvin positiiviset odotukset ja voimakkaan kasvun ennustaminen. Markkinat jaetaan yleisesti kaupallisiin- tai siviilimarkkinoihin ja sotilasmarkkinoihin. Arvioissa käsitellään joko RPAS-liiketoiminnan arvoa kokonaisuutena tai laitteiden myynnin arvona. Öhrnberg (2016) käsittelee

dronejen tulevaisuutta ja markkinapotentiaalia. Hän esittää muun muassa Frost&Sullivan:n ennusteen, jossa 2020 siviili- ja sotilasmarkkinoiden vuotuinen yhteenlaskettu arvo on noin 23 miljardia dollaria. Tässä ennusteessa siviili ja sotilasmarkkinoiden arvon on oletettu jakautuva puoliksi. Sotateollisuus käyttää kuitenkin tällä hetkellä rahaa moninkertaisia määriä verrattuna siviilimarkkinoihin. Peasgood (2015) esittää droneihin käytettävän rahaa 2015-2025 yhteensä 91 miljardia dollaria. Hän esittää tilaston, jossa siviilimarkkinoiden osuus olisi noin neljännes. Kuitenkin siviilipuolen odotetaan kasvavan kaikista voimakkaimmin. Tractica (2016a) ennustaa kaupallisten drone markkinoiden kasvavan kuvan 5 mukaisesti. Myynnin arvo tulisi nousemaan vuoden 2015 1,9 miljardista dollarista noin 5 miljardiin vuoteen 2021 mennessä. Samaan aikaan myyntimäärien ennustetaan yli kymmenkertaistuvan vuoden 2015 6,4 miljoonasta kappaleesta vuoden 2021 67,9 miljoonaan kappaleeseen.



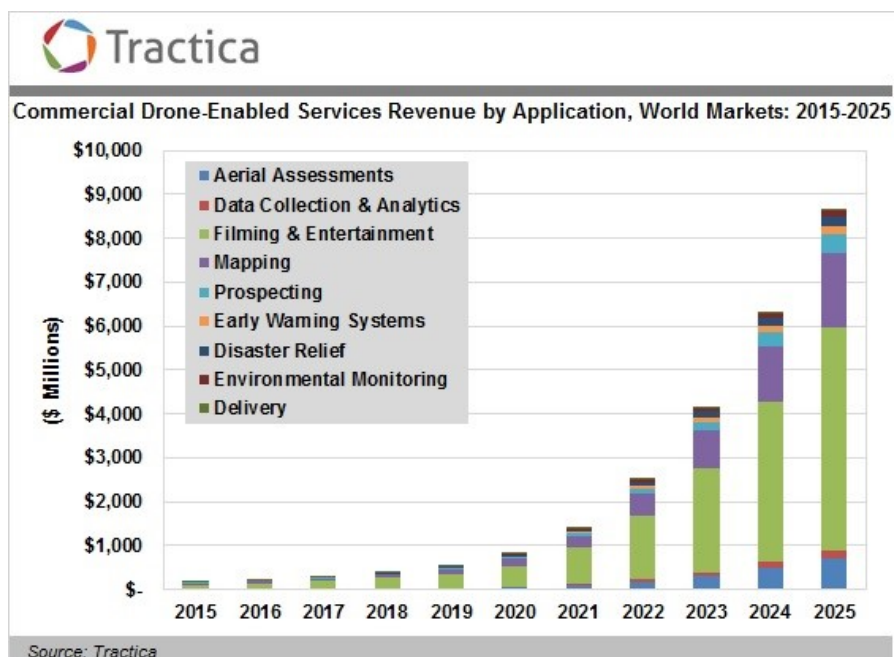
Kuva 5. Drone myynnin arvo 2015-2021 (Tractica 2016a).

Markkinoita tutkittaessa nousee esiin myynnin lisäksi myös miehittämättömiin ilma-aluksiin liittyvät palvelut ja niiden arvo. Näillä tarkoitetaan palveluita, jossa miehittämättömiä ilma-aluksia sovelletaan kaupallisesti ja niiden avulla korvataan jotain vanhaa toimintaa tai luodaan uusia toimintatapoja. Carity from above -julkaisu esittelee tärkeimmät RPAS-käyttökohteet jakaen ne kahdeksaan eri osa-alueeseen, infrastruktuuri, kuljetus, vakuutus, media ja viihde, telekommunikaatio, maatalous, turvallisuus ja kaivostoiminta. Julkaisussa myös arvioidaan näiden alojen markkinapotentiaalia rahallisesti, miljardeissa dollareissa (PwC Drone Powered Solutions 2016). Arviot perustuvat eri aloilla vuonna 2015 tehtyjen, RPAS-laitteilla korvattavissa olevien, toimintojen arvoon. Taulukosta 2 nähdään, kuinka suuria odotuksia RPAS-teknologian soveltamiseksi näille aloille annetaan.

Taulukko 2. RPAS-sovelluksin korvattavissa olevien sovellusten arvo vuonna 2015. (PwC Drone Powered Solutions 2016, 4)

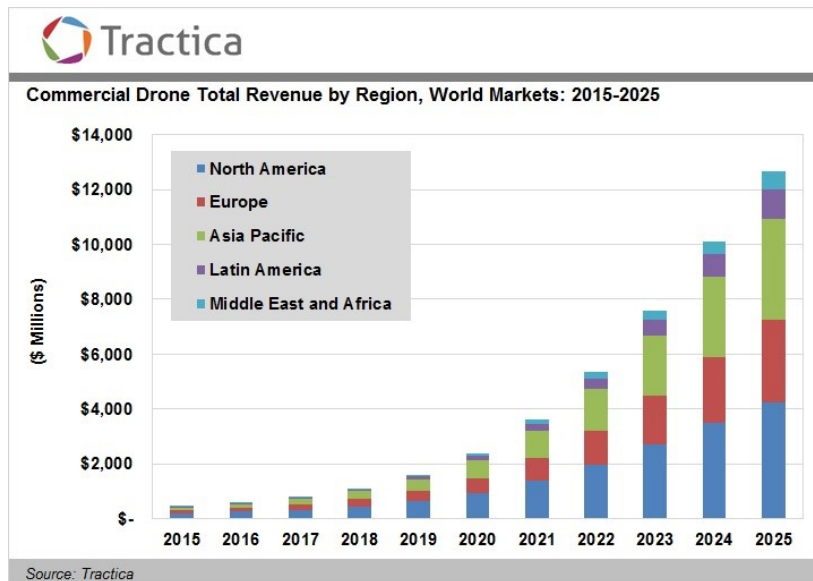
Toimiala	miljardia \$
Infrastrukturi	45,2
Maatalous	32,4
Kuljetus	13
Turvallisuus	10,5
Media ja viihde	8,8
Telekommunikaatio	6,3
Vakuutus	6,8
Kaivosteollisuus	4,3
Yhteensä	127,3

Tractica taas esittää keskeisimpiä RPAS-palveluja ja arvio niiden arvoa. Markkinan arvioidaan kasvavan 2015 vuoden noin 170 miljoonasta dollarista noin 8,7 miljardiin dollariin vuoteen 2025 mennessä. Heidän näkemyksensä palveluiden rahallisen arvon jakautumisesta nähdään kuvasta 6. Tämän ennusteen mukaan suurin myynti tulee olemaan elokuva- ja viihdepalveluissa, kartoituksessa ja tarkastustoiminnassa. Kuvasta 6 nähdään kasvun jakautuminen eri sovellusten kesken. Tractican arvioissa liiketoiminnan arvon kehitystä arvioidaan tämän hetkisen tilanteen mukaan ja näkyvissä olevien kasvusuuntien avulla, toisin kuin Clarity from above -julkaisun arvioissa, joissa arvoa verrataan korvattavissa olevien palveluiden arvoon ja niiden kehitykseen. Tästä johtuen arviot eroavat toisistaan suuresti. Yhteistä kummallekin arvioille on kuitenkin erittäin voimakas kasvu.



Kuva 6. Kaupallisten drone pohjaisten palveluiden myynti 2015-2025 (Tractica 2016b).

Arviot miehittämättömän ilmailun markkinoiden kasvusta ovat suuria ja eri toimijat esittävät omia ennusteitaan kasvulukemista. Sekä laitteiden myynnin, että toimintaan liittyvien palveluiden kasvu arvioidaan maailmanlaajuisesti erittäin voimakkaaksi. Tractica ennustaa kasvun sijoittumista maanosien tasolla kuvan 7 mukaisesti. Pohjois-Amerikka on ennusteessa suurin markkina, mutta Aasia tulee heti perässä. Euroopan osuus jää näistä kahdesta hieman jälkeen. Latinalainen-Amerikka, Lähi-Itä ja Afrikka jäävät selkeästi pienemmiksi alueiksi.



Kuva 7. Kaupallisten drone markkinoiden jakautuminen 2015-2025 (Tractica 2016c).

### 3.5 Laitteiden käyttö- ja sovellusmahdollisuudet

Kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttö- ja sovellusmahdollisuuksia tutkittaessa on erotettavissa kuvaus-, kartoitus- ja tarkastustoiminta. Kuvattaessa otetaan still- tai videokuvaa ja kartoitettaessa kuvien tai muun kerätyn aineiston avulla laaditaan kartoja tai muita malleja myöhempää tarkastelua varten. Tarkastustoiminnassa taas kuvataan tai tutkitaan laitteiston avulla reaaliajassa jotain ilmiötä.

Kauko-ohjattuun ilma-alukseen kiinnitetään aina hyötykuorma, joka voi olla esimerkiksi jokin kuvantamiseen liittyvä laite. Tällaisia laitteita ovat erilaiset kamerat, laserkeilain tai tutka. Hyötykuorma voidaan kiinnittää laitteeseen suoraan, tai gimbaalin välityksellä. Gimbaalilla tarkoitetaan osaa joka pitää hyötykuorman halutussa asennossa ja tasaa ilma-aluksen tärinät ja heilahdukset. Hyötykuorman avulla kerätään reaaliaikaista tietoa tai sitten tieto käsitellään lentotyön jälkeen ja sitä käytetään haluttuun tarkoitukseen.

### 3.5.1 Kuvaaminen

Tyypillinen käyttökohde RPAS-laitteelle on kuvaaminen, jossa tuotetaan still-kuvaa eli perinteistä valokuvaa tai videokuvaa. Kuvaamista tehdään samoihin tarkoituksiin kuin still- tai videokuvaa muutenkin käytettäisiin. Kuvia vain saadaan RPAS-laitteella ilmasta käsin ja kuvakulmat ovat sellaisia joihin aiemmin tarvittiin miehitettyä ilma-alusta. RPAS-laite toimii tässä kameran jalustana, jolla päästään sellaisiin paikkoihin joihin ei muuten päästäisi. Videokuvaus toteutetaan yleensä käyttäen työparia, toinen toimii ilma-aluksen kauko-ohjaajana ja toinen vastaa kuvaamisesta. Tällöin pystytään huolehtimaan turvallisuudesta ja toisaalta käyttämään kameraa huolellisesti ja saamaan hyviä kuvia.

### 3.5.2 Kartoitus

Kartoituskuvausten avulla voidaan tuottaa aineistoa, jota sovelletaan eri käyttötarkoituksiin, sen mukaan mitä halutaan mitata, tutkia tai analysoida. Kartoitukset ovat luonnonvara-alalla oleellinen sovellettava tekniikka. Kartoitusta käsiteltäessä on syytä tutustua termiin kaukokartoitus. Kaukokartoituksella tarkoitetaan sähkömagneettisen säteilyn avulla tehtävää tiedon keräämistä ilman fyysistä kosketusta kohteeseen. Menetelmät jakautuvat aktiivisiin ja passiivisiin menetelmiin. Aktiivisessa mittauksessa käytetään esimerkiksi tutkaa tai laserkeilainta, jonka lähettämä pulssi heijastuvat kohteesta takaisin mittalaitteelle. Passiivisessa mittauksessa taas havainnoidaan kohteen heijastamaa tai lähettämää sähkömagneettista säteilyä. Yleensä kaukokartoituksen apuna käytetään referenssiaineistoa joka voi olla maastosta kerättyä tai muusta lähteestä tulkittua. Referenssiaineistoa käytetään mittalaitteen kalibrointiin sekä tutkimustulosten oikeellisuuden varmistamiseen. Kaukokartoitusta voidaan tehdä, helikopterista, lentokoneesta tai satelliitista. Tällöin voidaan havainnoida suuria alueita kerralla ja tutkia myös sähkömagneettisen säteilyn aallonpituuksia, joita ihmissilmällä ei nähdä. (Holopainen ym. 2015, 34.)

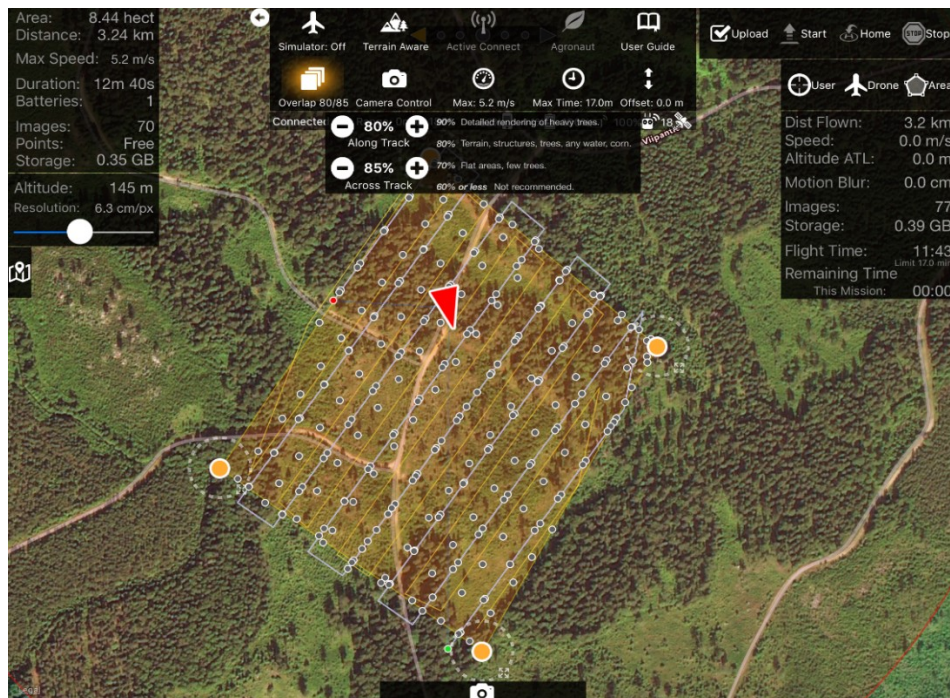
Yleisin kaukokartoituksella tuotettu tieto on digitaalinen ilmakekuva. Ilmakekuva otetaan digitaalisella mittakameralla, jossa sensorina on CCD-kenno. Digitaalinen ilmakekuva on mahdollista oikaista haluttuun koordinaatistoon tunnettujen pisteiden avulla, kameran sijaintitietojen ja digitaalisen korkeusmallin avulla. Digitaalisen ilmakekuvan kohdalla voidaan määritellä kuvan erotuskyky eli resoluutio. Spatiaalinen erotuskyky tarkoittaa pienintä kuvalta erotettavaa kohdetta ja digitaalisessa kuvassa tällä tarkoitetaan usein pikselikokoa, eli millaista matkaa maastossa yksi kuvan pikselin sivu vastaa. Radiometrisellä erotuskyvyllä viitataan järjestelmän kykyyn havaita säteilyarvoja eli kirkkauseroja. Spektrinen erotuskyky tarkoittaa järjestelmän kykyä tunnistaa säteilyn eri aallonpituuksia ja temporaalinen erotuskyky ilmaisee kyvyn tunnistaa säteilyssä tapahtuneita ajallisia muutoksia. Ilmakekuvauksessa voidaan tallentaa näkyvän valon lisäksi lähi-infra aallonpituusalueita. Tällöin kuvista voidaan erottaa esimerkiksi lehtipuut, jotka

heijastavat infrapunasäteilyä havupuita enemmän. (Holopainen ym. 2015, 34-35.)

Ilmakuvat, kuten muutkin kaukokartoituksessa kameralla tuotetut aineistot vääristyvät reunoiltaan ja ovat oikeassa paikassa ainoastaan suoraan kuvan alapuolella, eli nadiiripisteessä. Kamera on luonteeltaan keskusprojektiivinen, kun kartat taas ovat ortogonaaliprojektiossa. Karttaprojektiioon oikaistua ilmakuvaa kutsutaan ortokuvaksi tai ortoilmakuvaksi. Orto-oikaisussa käytetään apuna kohteen pintamallia tai maanpintamallia. Kuvan perspektiivi muutetaan kohtisuoraksi yhdensuuntaisprojektioksi. Yksittäisistä ilmakuvista muodostetaan kuvamosaiikki, yhdistämällä ne yhdeksi isoksi kuvaksi. Tällä tavalla keskusprojektiivisuudesta johtuvaa kuvan reuna-alueiden vääristymät saadaan minimoitua. Tällaista kuvaa kutsutaan ortomosaiikiksi. (Haggrén & Honkavaara 2005.)

RPAS-laitteilla tehtävä kaukokartoitus rajoittuu yleensä pienempiin alueisiin kuin miehitetyllä ilma-aluksella kartoitettaessa, joten usein puhutaan vain kartoituslentoista. Kartoitettaessa ilma-alus kulkee ennalta määrätyn reitin ja ottaa kuvia tietyin väliajoin. Kuvassa 8 on esitetty suunnitelma kartoituskuvauksesta MapPilot-ohjelmassa. Kuvassa valkoisella näkyy suunnitellut lentolinjat, joilla ilma-alus lentää ja vihreällä näkyy kuvanottopaikat. Lentolinjojen suunnitteluun liittyy oleellisesti kuvien sivuttais- ja pitkittäispeitto, kuvien on siis mentävä osittain päällekkäin. Kangas ym. (2011) mukaan ilmakuvauksessa pitkittäispeiton tulee olla vähintään 60% ja sivuttaispeiton 30-40%. Tehtäessä kartoituksia RPAS-laitteilla, käytetään usein huomattavasti suurempaa kuvapeittoa, joka asettuu 70 ja 90% välille. Tällöin aineistosta tulee mahdollisimman tarkka ja kuvan stereotarkastelu onnistuu paremmin. Lentolinjojen tiheyteen vaikuttaa oleellisesti lentokorkeus, mitä suurempi lentokorkeus on, sitä harvemmassa on lentolinjat ja kuvauspaikat. Nostettaessa lentokorkeutta saadaan samalla kuvapeitolla kartoitettua suurempi alue, tai vaihtoehtoisesti tehtyä kuvaus nopeammin. Kuvauskorkeus ja käytettävän sensorin, esimerkiksi kameran tarkkuus vaikuttavat tuotetun aineiston spatiaaliseen resoluutioon eli mittatarkkuuteen maastossa. Korkeuden lisääminen heikentää kuvan spatiaalista resoluutiota.





Kuva 8. Kartoituslennon suunnitelma MapPilot –ohjelmasta (kirjoittajan tabletin näytöstä ottama kuva)

Kartoituskuvauksilla tuotetaan monenlaista aineistoa. Kuvauksen tekemiseen vaaditaan RPAS-kalustoon autopilot-ohjelma lennon suunnittelua ja toteutusta varten sekä ohjelma kuvauksella kerätyn aineiston käsittelyyn.

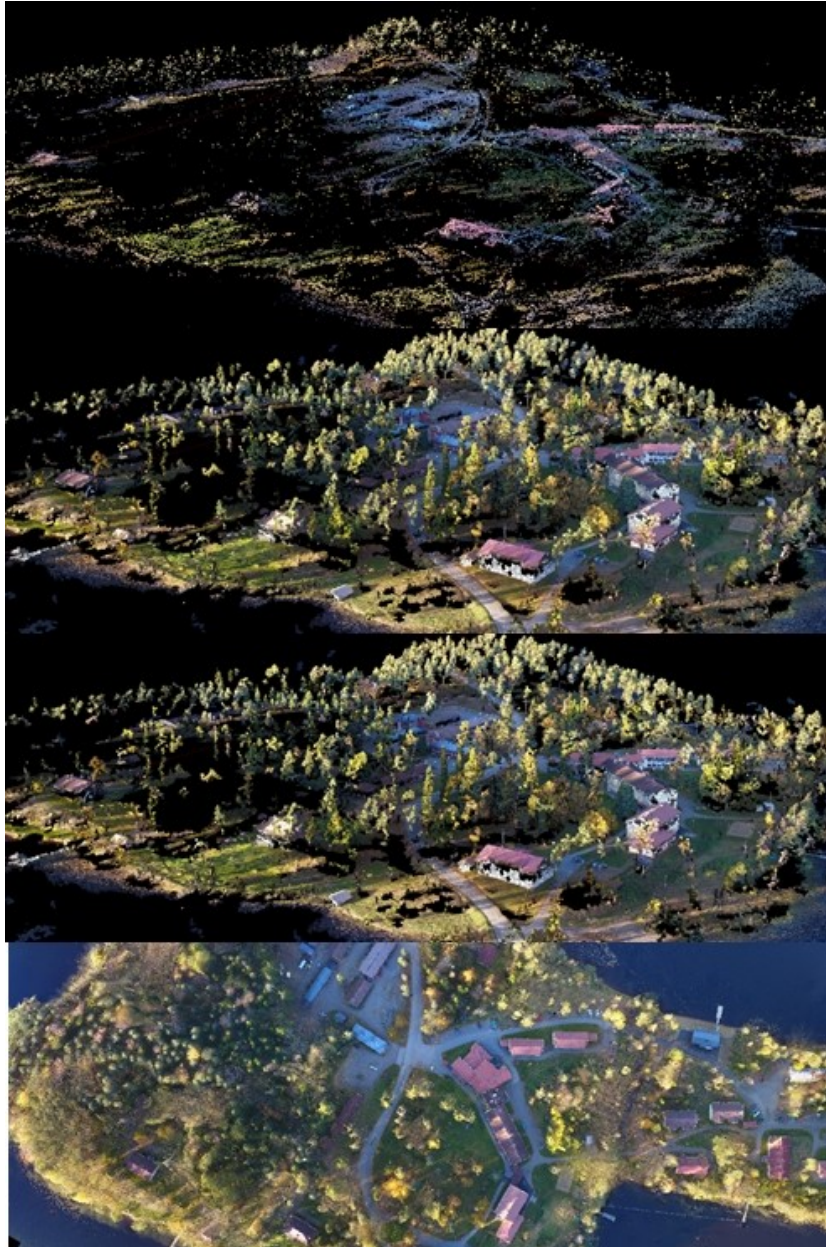
Aluksi suunnitellaan, millainen alue kuvataan, millä tarkkuudella kuvaus halutaan tehdä ja mikä on käytettävä kalusto? Nämä huomioon ottaen määritellään kuvauksessa käytettävät asetukset: lentokorkeus, kuvien pitkittäis- ja sivuttaispeitto, lentonopeus ja kameran kuvausasetukset. Tämän jälkeen rajataan kuvaukseen käytettävään autopilot-ohjelmaan kuvattavan alueen rajat. Ohjelma laskee lentoan kuluvaan kuljettavaksi suunnitellun matkan ja kuvaukseen käytettävän ajan. Tämän jälkeen suoritetaan lento autopilottia käyttäen, suunniteltu lento siirretään laitteeseen ja laite lähetetään matkaan. (Drones Made Easy n.d.) Suunnittelussa ja lennossa on huomioitava käytettävä ilmatila ja näköyhteyden säilyttäminen ilma-alueeseen. Lennon jälkeen kuva-aineisto ja mahdollinen kuvien asemointitieto siirretään tietokoneelle.

Tästä alkaa tietokoneella tehtävä työ, johon on tarjolla monia eri ohjelmia. Omalla tietokoneella asennettavien ohjelmistojen rinnalle on tarjolla monia pilvipalveluita. Seuraavaksi on esitelty Agisoft Photoscan ohjelmaa, joka on Pix4D ohjelman kanssa UAV kartoitukseen käytettävien ohjelmien markkinajohtaja. Ohjelmalla voidaan tuottaa ortokuvien lisäksi, korkeusmalleja, 3d malleja ja fotogrammetrian keinoin pistepilviä. Aineisto tuodaan ohjelmaan ja ohjelma asemoi kuvat niiden sisältämien sijaintitietojen tai ilma-alueen erikseen tallentamien sijainti- ja asentotietojen avulla. Ai-

neiston käsittelyn normaalissa työkulussa kuvista tuotetaan ensiksi piste-pilvi, joka seuraavassa vaiheessa tihennetään. Tämän jälkeen lasketaan mesh, eli verkkomainen pintamalli, jonka päälle taas luodaan tekstuuri yhdistämällä kuvien informaatio pintamalliin. Tämän jälkeen kokonaisuudesta voidaan luoda ortoilmakuva ja myös digitaalinen korkeusmalli. Näitä aineistoja voidaan viedä eri formaateissa paikkatieto-ohjelmiin jatkokäsittelyä varten tai haluttua informaatiota voidaan mitata suoraan ohjelman omilla työkaluilla. (Agisoft LLC 2017.) Esimerkit työn eri vaiheissa tuotetuista kuvista on esitetty kuvassa 9. Työnkulku etenee lähes samalla tavalla myös toisessa yleisessä ohjelmassa, Pix4d:ssä.

Kartoituskuvauksella saadun aineiston käsittelyyn on olemassa pilvipalveluna toimivia sovelluksia, jotka on luotu juuri RPAS-laitteilla tuotetun aineiston käsittelyä varten. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi Drone Deploy ja Maps Made Easy. Näissä ohjelmissa käyttäjän tarvitsee vain ladata keräämänsä kuvat internetyhteyden ylitse pilvipalveluun, tarkastaa ja varmistaa aineiston oikeellisuus. Palvelu tuottaa annetuista kuvista määriteltyt aineistot. Maps Made Easy ohjelma tuottaa annetuista kuvista käyttäjälle muun muassa 3d mallin, ortoilmakuvan, ja pintamallin, jotka ovat käyttäjän katsottavissa ja ladattavissa. Palvelun hyvänä puolena on helpokäyttöisyys ja raskaan laskennan tapahtuminen palvelun tarjoajan tehokkailla palvelimilla sekä mahdollisuus maksaa vain tehdyistä projekteista. Huonoina puolina voidaan pitää rajallisia toimintoja sekä vähäisiä mahdollisuuksia vaikuttaa projektin asetuksiin ja tehtäviin laskentoihin.





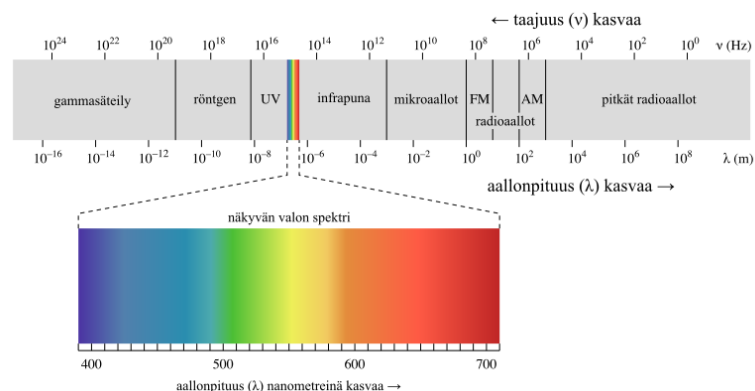
Kuva 9. Agisoft Photoscan ohjelman työnkulun esimerkki Evon kampukselta, pistepilvi, tihennetty pistepilvi, 3d malli, ortoilmakuva (kirjoittajan tietokoneella tuottama kuva)

Kartoituskuvauksessa pistepilvi tuotetaan fotogrammetrisin keinoin käyttäen kuvauksessa päällekkäin meneviä kuvia. Toinen keino korkeusmallien ja pistepilvien laadintaan on laserkeilaus. Laserkeilausta on tehty perinteisesti miehitetyistä ilma-aluksista, helikoptereista tai lentokoneista. Tekniikan kehittyessä ja keilainten pienentyessä on tullut mahdolliseksi tehdä keilausta myös RPAS-laitteella. Laserkeilainten etuna on, että niillä tuotettu pistepilvi sisältää tietoa esimerkiksi metsässä puuston latvuksen alle jäävästä alueesta ja maanpinnasta, kun vastaavasti kuvista tulkittaessa pistepilvestä jää usein puuttumaan maanpinta ja puiden taakse jäävä tieto. (Tuominen ym. 2015.)

Kartoitettaessa voidaan sensorina käyttää monenlaisia kameroita. Edellä kuvatussa kartoitustehtävässä sensorina toimi tavallinen kamera eli niin kutsuttu RGB-kamera, joka tallentaa värit, kuten ne luonnossa näkyvät. RGB-kamera tallentaa punaisen, vihreän ja sinisen värin aallonpituusalueet ja niiden avulla kuvaan saadaan kaikki silmälle näkyvät värit. Kauko-ohjatuissa ilma-aluksissa käytetään RGB-kameran lisäksi eri aallonpituuksia tallentavia kameroita. Näissä kameroissa kuvan tallentava kennon on rakennettu niin, että se tallentaa näkyvän valon lisäksi tai sen sijaan muita aallonpituusalueita. Aallonpituusalueet on selvitetty kuvassa 10. Yleisimpänä kamerana on väärä-värikamera eli NIR-kamera, joka tallentaa näkyvän valon lisäksi lähi-infrapuna-alueen aallonpituutta ja sen avulla tuotetaan värvärikuvia.

Kasvillisuuden tutkimiseksi on olemassa multispektri- ja hyperspektrikameroita, joilla kuvattaessa kameraan tallentuu ihmissilmälle näkymätöntä säteilyä infrapuna-alueelta. Hyperspektrikuvauksessa kerätään kohteiden heijastamaa valoa kapeilla aallonpituuskaistoilla. Sovelluksia kuvaukselle on luonnossa ainakin kasvien biomassan arviointi lannoitus suunnitelmia varten, ympäristön seuranta ja ilmakehän kaasujen pitoisuuksien määrittely. (Saari 2013.)

IR- eli lämpökamera taas havainnoi kohteen lämpötilaa ja sillä voidaan myös kerätä kuvamuotoon tietoa kohteen lämpötiloista. Kauko-ohjattuihin ilma-aluksiin suunniteltuja lämpökameroita on tällä hetkellä saatavissa useita malleja ja kameroita saa myös valmiiksi kauko-ohjattuun ilma-alukseen asennettuina. Lämpökamerakuvauksen sovelluksia löytyy paljon. Yleisimmät sovellukset ovat rakennusten, lämpölinjojen, voimalinjojen ynnä muiden infrastruktuuriin liittyvine kohteidentarkastukset. Toisaalta luonnosta löytyy myös paljon käyttökohteita esimerkiksi maatalouden sovelluksissa ja ekologisissa tutkimuksissa.



Kuva 10. Näkyvän valon Spektri. (Wikimedia. n.d.)

### 3.5.3 Tarkastustoiminta

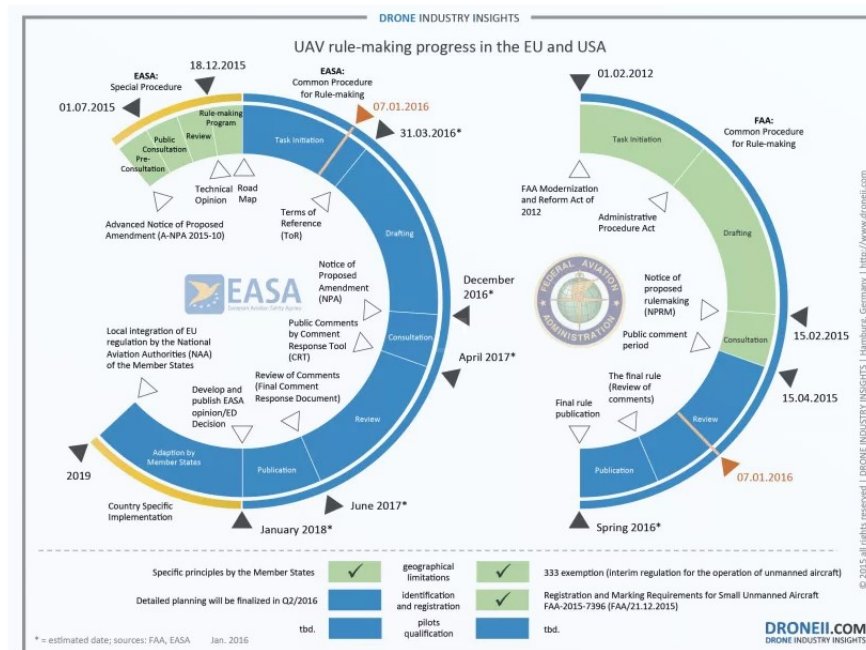
Tarkastustoiminnalla tarkoitetaan toimintatapaa, jossa käytetään jollain reaaliaikaisella sensorilla varustettua RPAS-laitetta. Tässä toiminnassa tutkitaan jotain kohdetta joko visuaalisesti kameralla tai jollain mittalaitteella joka analysoi esimerkiksi ilmaa tai vettä. Tällaisesta voidaan pitää esimerkiksi Aeromon Oy:n palvelua, jossa RPAS-laitteella mitataan teollisuuden päästöjä (Aeromon n.d.). tai Sharper Shape Oy:n sähkölinjojen tarkastuspalvelua (Sharper Shape Oy 2017).

## 3.6 Miehittämätöntä ilmailua koskeva lainsäädäntö

Miehittämättömän ilmailun sääntelyssä on syytä erottaa kansallinen taso ja kansainvälinen taso. Suomessa ja eräissä muissa maissa toimintaa säädelään tällä hetkellä omalla kansallisella lainsäädännöllä tai määräyksillä. Tällä hetkellä miehittämättömässä ilmailussa kansainvälinen yhteinen sääntely puuttuu, mutta Euroopan unionin tasolla lainsäädännön laatiminen on käynnissä. Toteutuessaan se on lainsäädännöllisesti kansallisen sääntelyn yläpuolella ja se tulee muuttamaan suomalaista lainsäädäntöä.

### 3.6.1 Kansainvälinen sääntely

Kansainvälisellä tasolla toimii kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO. ICAO:n toiminta ja säännöt koskevat valtioiden rajojen ylitse tapahtuvaa ilmailua. Miehittämätön siviili-ilmailu toimii tällä hetkellä valtioiden sisäisesti ja sen vuoksi ICAO ei ole laatinut kansainvälisiä sääntöjä tai suosituksia miehittämättömään ilmailuun (Taskila 2016). Yhteiseurooppalaista kauko-ohjattujen ilma-alusten lainsäädäntöä ollaan tällä hetkellä laatimassa ja valmistuessaan sen sisältö tulee vaikuttamaan myös Suomessa tehtyihin kansallisiin sääntöihin. Euroopan komissio on antanut Euroopan lentoturvallisuusvirastolle tehtäväksi laatia miehittämättömälle ilmailulle säännöt. Kansainvälisellä tasolla sääntöjen laatimisessa on mukana kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO (International Civil Aviation Organization), Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA (European Aviation Safety Agency) sekä viranomaistahoista koostuva yhteistyöelin JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems). EASA julkaisi 2015 ensimmäisen version eurooppalaisesta lainsäädännöstä (EASA 2015). Tässä ehdotuksessa annetaan suuntaviivat ja siihen haettiin kommentteja kansallisilta toimijoilta. Ehdotus eurooppalaisista säännöistä on 2015 ehdotuksen edelleen kehitetty versio joka julkaistiin elokuussa 2016. Näissä säännöissä annetaan hieman erilaiset luokitukset laitteille ja niiden käytölle kuin suomalaisessa määräyksessä. Säännösten voimaantulosta ei kuitenkaan tällä hetkellä ole vielä varmaa aikataulua. (EASA 2016.)



Kuva 11. Euroopan ja Yhdysvaltojen säännösten voimaantulon aikataulu (Drone Industry Insights 2016b).

Yhdysvalloissa yhteisen sääntelyn kanssa ollaan Eurooppaa pidemmällä. Yhdysvaltain lentoturvallisuusvirasto Federal Aviation Administration eli FAA sai määräyksen voimaan keväällä 2016 ja sen periaatteet olivat selvillä jo vuonna 2015 (kuva 11). Euroopan on arvioitu olevan yhteisen sääntelyn luomisessa noin kolme vuotta Yhdysvaltoja jäljessä (Taskila 2016.). Yhdysvaltojen sääntelyssä puhutaan pienistä miehittämättömistä ilma-aluksista (sUAV) ja oleellista sääntelyssä on, että lentämiseen tarvitaan lupakirja. Lupakirja suoritetaan teoriakokeella, jota varten on olemassa erilaisia kursseja ja verkosta löytyviä itseopiskelumateriaaleja. Sääntelyssä annetaan selkeät rajat lentotoiminnalle. Keskeisimpiä sääntöjä ovat 120 metrin maksimilentokorkeus, toimiminen näköyhteydessä ja päivänvalossa, nopeusrajoitus ja rekisteröintivelvoite. (FAA 2016.)

### 3.6.2 Kansallisen tason sääntely

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi ohjeistaa miehittämättömän ilmailun internetsivuillaan siten, että kaikki säännöt eivät löydy OPS-M1-32 -määräyksestä, vaan käyttäjän on tutustuttava useisiin muihinkin normeihin ja sääntöihin. Trafín (2016e) mukaan ainakin seuraavaan normistoon käyttäjän olisi tutustuttava:

#### Liikennealan normit

- Kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättäminen, OPS M1-32
- Komission asetus (EU) 923/2012, SERA-lentosäännöt
- Ilmailulain (864/2014)
  - 2 § määritelmät

- 9 § poikkeukset lentosäännöistä
- 11v§ ilmatilarajoitukset
- 5 luku oltava päällikkö, päällikön vastuut, lennon suunnittelu ja toteutus
- 76 § lentopaikkojen ja muiden alueiden käyttö
- 136 § vahingonkorvausvastuu
- 159 § lentoturvallisuudelle vaaraa aiheuttava toiminta
- Valtioneuvoston asetus (930/2014) ilmailulta rajoitetuista alueista
- Kasvinsuojelulainlaki (1563/2011; ilmalevityskielto)
- Ilmailun vakuutusasetus (EY) N:o 785/2004

#### Muut kuin liikennealan normit

- Yksityisyyden suoja, kotirauha, tietosuoja
- yleinen järjestys ja turvallisuus
- kaupallisten oikeuksien hallinta
- melu, luonnonsuojelu ym. ympäristöasiat
- prioriteettien määrittely tilanteissa joissa
  - muu toiminta estyy RPAS-toiminnan takia
  - muu toiminta estää RPAS-toiminnan
  - yhtäaikaiset toimijat (myös RPAS/RPAS) muodostavat vaaran.

Kansallisella tasolla Suomessa RPAS-toimintaa ohjaa Trafin OPS M1-32 määräys. Ensimmäinen määräys tuli voimaan 9.10.2015 ja tämän määräyksen korvaava uusi määräys tuli voimaan 1.1.2017. Määräyksestä löytyy keskeiset pelisäännöt toimintaan ja monin asioihin löytyy vielä tarkennuksia määräysten perustelumuihistoista ja perustelumuihistoiden liitteenä olevista lausuntokoosteista. Lausuntokoosteissa on määräysluonnoksiin tulleet lausunnot ja viranomaisen niihin antamat vastineet näkyvillä. Määräyksen perustelumuihistion (Trafi 2016d) mukaan yleiset ilma-alusten käyttöön liittyvät säännöt löytyvät ilmailulaista ja kauko-ohjattuja ilma-aluksilla harjoitettavaan lentotyöhön sovelletaan lähtökohtaisesti samoja sääntöjä kuin miehitettyyn ilmailuunkin. Muistion mukaan Trafi kuitenkin näki tarpeelliseksi täsmentää ilmailulain antamia sääntöjä käytettäessä kauko-ohjattuja ilma-aluksia lentotyöhön ilman lentotölupaa ja määrittää samalla lennokkitoimintaa koskevat säännöt.

1.1.2017 voimaan tullessa määräyksessä tarkennetaan aiemman määräyksen epäselviä kohtia, selkeytetään määräyksen rakennetta, määritellään valtion ilmailun asemaa. Sääntelyä on myös pyritty uudessa määräyksessä keventämään, siellä missä se on ollut mahdollista. Lennokkitoiminnan osalta muun muassa videolinkin välityksellä toteutettavaa lentotoimintaan annettuja määräyksiä täsmennetään. Uuden määräyksen laatimisessa on käytetty apuna saatua palautetta ja kokemuksia edellisen määräyksen toiminnasta. Trafin mukaan määräys on edelleen liberaali ja mahdollistaa toiminnan kehittämisen ja uusien innovaatioiden syntymisen ja järjestelmien kehittämisen. (Trafi 2016d.)

OPS M1-32 määräyksen lisäksi toimintaa ohjaa lainsäädännöllisesti Ilmailulaki. Ilmailulaista löytyy kohtia, joihin miehittämättömän ilmailijan on syytä tutustua. Aluevalvontalaki ja Valtioneuvoston asetus ilmailulta rajoitetuista alueista taas tuovat tiettyjä rajoitteita lentotoimintaan. Toiminnassa yleensä tuotetaan kuvamateriaalia ja silloin myös tekijänoikeuslaki ja toisaalta yksityisyyden suojaan liittyvä lainsäädäntö tulee ottaa huomioon.

Suomen kansallinen sääntely poikkeaa Euroopan laajuisesta tulevasta normistosta huomattavasti ja on tällä hetkellä sallivampi monessa kohdassa. Eurooppalaisten, EASAn laatimien sääntöjen voimaan tullessa kansalliset säännöt muuttuvat sen mukaisiksi. Tämä tulee vaikuttamaan huomattavasti RPAS-toimintaan Suomessa. Suomalaisesta ja myös Yhdysvaltalaisesta säädännöstä poiketen EASAn säännöstö luokittelee laitteet riskiperusteisesti eri luokkiin ja sen mukaan määritetään tarvittavat lupakirjat ja laitteilla suoritettavat toiminnot. Luokat käytiin lävitse luvussa 3.3.1. Keskeisiä kohtia eurooppalaisessa säännöstössä pieniä Open-luokan laitteita käytettäessä ovat: näköyhteysvaatimus, lentoonlähtömassa alle 25kg, muiden ilma-alusten väistämisvelvoite, 150 metrin maksimilentokorkeus, lentokielto väkijoukon yllä, tiukasti rajatut kieltoalueet ja valmistajien velvoite varmistaa, ettei laitteilla voi lentää kieltoalueilla. Maksimilentokorkeus määritellään vielä Open kategorian sisällä siten, että kevyimmällä kalustolla ei saa lentää yli 50 metrin korkeudessa. (EASA 2016.)

Verrattaessa suomalaista RPAS-säännöstöä (Trafi 2016c) Yhdysvaltojen ilmailuviranomaisen FAA:n säännöstöön (FAA 2016) ja EASAn säännösehdotukseen (EASA 2016) nähdään useita eroavaisuuksia, mutta säännöstöstä löytyy myös samansuuntaisia asioita. Lennättämiseen liittyviä perussääntöjä ja määräyksiä on vertailtu taulukossa 3. Oleellisin ero säännöissä on, että Yhdysvalloissa vaaditaan kauko-ohjatun ilma-aluksen ohjaajalta tätä tarkoitusta varten suunniteltu lentolupakirja ja Suomessa tätä ei vaadita. Lennätyskorkeudessa on eroavaisuuksia ja muutenkin säännöstö Suomessa on huomattavasti sallivampi.

Taulukko 3. Suomen, EUn ja Yhdysvaltojen RPAS-säännösten erot (FAA 2016, EASA 2016 ja Trafi 2016c).

	Suomi	Yhdysvallat	EU (ehdotus)
Lentolupakirja	Ei tarvita	Tarvitaan	Riippuen laitteen luokituksesta
Lentokorkeus	150m	120m	50m, 150, >150
Operointi väkijoukon päällä	Sallittu tietyin edellytyksin	Ei sallittu lainkaan	Ei sallittu lainkaan
Näköyhteysvaatimus (VLOS)	Kyllä	Kyllä	Open luokassa kyllä
Lento ilman näköyhteyttä (BVLOS)	Sallittu erikseen varatussa ilmatilassa	Kielletty	Open luokassa ei koskaan, specific ja certifie –luokissa mahdollista
Näkyvyys	Riittävä näkyvyys	Päivänvalo + 3 mailin näkyvyys	
Lentoonlähtömassa	yli 250g ja alle 25kg	alle 25kg	Open <25 kg Muut ei määriteltä (150kg)
Maksimi nopeus	Ei rajoitettu	100 mph	Open A0 >54km/h Muut luokat ei rajoitettu

### 3.7 Turvallinen toiminta kauko-ohjatulla ilma-aluksella

Seuraavaksi käsitellään turvallisen lentotoiminnan pelisäännöt. Perusteet tälle antaa Trafin OPS-M1-32 määräys ja muut luvussa 3.6.2 määritellyt lait ja säännöt. Kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttäjän on perehdyttävä moniin sääntöihin ja ilmailun termeihin. Seuraavassa on pyritty kertomaan asiat sellaisella tarkkuudella, että vailla ilmailukoulutusta tai ilmailukokemusta oleva aloitteleva käyttäjä ne ymmärtää.

#### 3.7.1 Ilma-alukset ja lennokit

Määräyksessä (Trafi 2016c) erotellaan kauko-ohjatut ilma-alukset ja lennokit. Lennokeille annetaan minimipaino 250g ja niistä on vielä jätetty pois alle 14 vuotiaiden käyttöön tarkoitetut lelut. Erottelu ilma-aluksen ja lennokin välillä tehdään käyttötarkoituksen perusteella. Lennokkia käytetään harraste- ja urheilu tarkoituksissa, kun taas kauko-ohjattua ilma-alusta käytetään lentotyöhön. Lentotyötä ei ole tarkemmin määriteltä vaan kaikki lentotoiminta, mikä ei ole harraste- tai urheilutarkoituksessa tehtyä, laskeaan lentotyöksi ja siten silloin lennätetään kauko-ohjattua ilma-alusta. Sama laite voi siis olla toisessa käyttötarkoituksessa lennokka tai kauko-oh-

jattu ilma-alus. Lennokki termissä sekoittuu perinteinen ilmailuharrastuksen muoto lennokkiurheilu ja viime vuosina yleistyneet radio ohjattavat pienoiskopterit, jotka yleisimmin ovat kuvaustarkoituksiin käytettäviä multikoptereita. Lennokkiurheilu on Suomen ilmailuliiton (Suomen ilmailuliitto n.d.) mukaan ilmailun monipuolisin laji ja monet miehitetyn ilmailun harrastajat ovat aloittaneet harrastuksensa lennokeilla. Lennokit ovat monipuolinen ja haastava urheilulaji, jota harrastetaan Suomessa useissa Suomen ilmailuliiton alaisissa lennökkikerhoissa. Lennokit jaetaan vapaasti lentäviin-, radio-ohjattaviin ja siimaohjattaviin lennokkeihin ja näistä löytyy vielä useita eri alaluokkia. (Suomen ilmailuliitto n.d.) Lennokkiharrastajat ovat pääosin hyvin vakavasti ilmailuun ja erityisesti ilmailun turvallisuuteen suhtautuvia harrastajia, tämän voi havaita muun muassa määräyksen perustelumuiistioiden liitteitä tarkastellessa. Luonnokseen annetuissa lausunnoissa lennokkiharrastajat ovat huolissaan heidän harrastusmahdollisuuksien kapenemisesta ja rajoitteiden lisääntymisestä (Traf i 2016d). Määräyksen antajalla on kuitenkin ollut tavoitteena säädellä kauko-ohjattujen ilma-alusten käytön lisäksi multikoptereiden käyttöä ja tässä yhteydessä harrastelennokit ja multikopterit on niputettu samaan ryhmään. Alkuperäisessä määräyksessä ei luonnosvaiheessa käsitelty lainkaan lennokkitoimintaa, mutta se lisättiin lopulliseen määräykseen saatujen lausuntojen perusteella selkeyttämään jakoa lennokkeihin ja ilma-aluksiin (Traf i 2015c).

### 3.7.2 Lentotoiminnan luonne, näköyhteys, etäisyys ja korkeus

Ilma-alusta on lennätettävät näköyhteyteen perustuen ja aluksen on oltava koko ajan ohjattavissa. Kauko-ohjaajan tai kauko-ohjaustähystäjän on nähtävä ilma-alus koko ajan. Näköyhteyteen perustuvasta toiminnasta käytetään lyhennettä VLOS, joka tulee sanoista visual line of sight. Kauko-ohjaaja voi käyttää apunaan kauko-ohjaustähystäjää, joka tarkkailee kauko-ohjaajan lisäksi ilma-alusta sekä ympäröivää ilmatilaa, varmistaen lennätyksen turvallisuuden. Näköyhteys ilma-alukseen on pystyttävä pitämään ilman apuvälineitä, kuten kiikaria. Kauko-ohjaajan ja kauko-ohjaustähystäjän välillä on oltava luotettava viestintäväline tai suora puheyhteys. (Traf i 2016c.) Määräys ei anna metrimääräistä ilma-aluksen maksimi etäisyyttä kauko-ohjaajaan, mutta perustelumuiistiosta (Traf i 2015c) löytyy pohja usein käytetylle 500metrin maksimietäisyydelle. Koska ilma-aluksen on oltava näkyvissä, voi näkyvyys pienemmällä aluksella loppua jo aiemmin tai vastaavasti suurempi alus näkyy kauemmaksikin. Kauko-ohjaajan on tarkkailtava ilmatilaa varmistaakseen lennon turvallisuuden. Kauko-ohjatun ilma-aluksen tulee väistää kaikkia muita ilma-aluksia, määräyksessä ei anneta siihen erillistä ohjetta, mutta käytännössä lentokorkeuden laskeminen on keino väistää miehitettyjä ilma-aluksia. OPS M1-32 (Traf i 2016c) määrää lennokit väistämään kaikkia ilma-aluksia, joten lennokin on väistettävä kauko-ohjattua ilma-alusta. Käytännön toiminnassa lennokin ja kauko-ohjattavan ilma-aluksen erottaminen toisistaan voi olla haasteellista, joten varmasti kummankin on hyvä väistää.



Toiminta, jossa suoraa näköyhteyttä ilma-alukseen ei ole, vaan sitä ohjataan telemetriatietojen ja videokuvan avulla, tunnetaan termillä BVLOS. BVLOS tulee sanoista beyond visual line of sight. BVLOS-toiminta on kielletty muuten, kuin tätä tarkoitusta varten erotetuilla alueilla tai muulta ilmailulta kokonaan kielletyillä alueilla. Moni sovellus vaatisi juuri tätä BVLOS-toimintaa ja sen vuoksi määräys antaa mahdollisuuden hakea poikkeuksia muun muassa koelentotoimintaan tai varata ilmatilaa lentotoimintaan, joka vaatii näköyhteyden ulkopuolella tapahtuvaa lentämistä (Trafic 2016c).

### 3.7.3 Ilma aluksen lentoonlähdomassa

Ilma-aluksille annetaan rajoitteita ja vaatimuksia mm. lentoonlähdomassan osalta. Kauko-ohjatun ilma-aluksen maksimi lentoonlähdomassa saa olla enintään 25kg. Kun toimitaan ulkosalle kokoontuneen väkijoukon tai asutuskuskuksen tiheästi asutun osan yläpuolella tulee massan olla enintään 7 kg. Lennokkien kohdalla maksimimassaa ei ole rajoitettu, mutta toimitaessa asutuskuskuksen tiheästi asutun osan yläpuolella massa saa olla enintään 3kg. Oleellinen ero on, ettei lennokilla saa lentää lainkaan ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella. Väkioukon tai asutuskuskuksen tiheään asutun osan yläpuolella toimiminen vaatii myös kirjallisen toimeksiantokohtaisen turvallisuusarvioinnin tekemisen. (Trafic 2016c.)

### 3.7.4 Vastuut, luvat ja velvollisuudet

Kauko-ohjatun ilma-aluksen lennättämiseen ei tarvitse minkäänlaista lupakirjaa tai koulutusta, mutta käyttäjän on kuitenkin perehdyttävä moniin asioihin ja osattava säännöstä sekä laitteen käyttö ja hallittava myös hätätilanteiden edellyttävät toimenpiteet. Kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttäminen saattaa tuntua helpolta ja käytön aloittamiseen ei ole suurta kynnystä. On kuitenkin huomattava, että laki määrittää suuren vastuun käyttäjälle. Kauko-ohjatusta lennosta vastaavan on oltava yli 18-vuotias, mutta kauko-ohjaajana voi toimia tätä nuorempikin henkilö. Kauko-ohjatusta lennosta vastaava on Ilma-aluksen päällikkö. Ilmailulaissa määritellään ilma-aluksen päällikölle vastuut ja velvollisuudet, jotka koskevat, myös miehitämätöntä ilmailua. Jokaisella ilma-aluksella on oltava sen omistajan, haltijan tai käyttäjän määräämä päällikkö, josta ilmailulaissa määrätään seuraavasti:

- Päälliköllä on ilma-aluksen ylin käskyvalta.
- Päällikön on ennen lennon aloittamista varmistauduttava siitä, että ilma-alus on lentokelpoinen ja että lento on muutoinkin valmisteltu säännösten ja määräysten mukaisesti.
- Päällikön on huolehdittava siitä, että lento suoritetaan turvallisesti ja että lennolla noudatetaan säännöksiä, määräyksiä ja lentotoiminta-,

lentotyö- tai lentokoulutusluvan ehtoja sekä ilmailuviranomaisen hyväksymää lentokäsikirjaa.

- Miehistön jäsenen, mukaan lukien kauko-ohjattavan ilma-aluksen ohjauspaikan miehistö ja tähtystäjä, on suoritettava lentokäsikirjassa ja lentotoiminta-, lentotyö- tai lentokoulutusluvassa sille määrätty tehtävät, jollei ilma-aluksen päällikkö määrää tehtävien jaosta toisin. (Ilmailulaki 864/2014.)

Lentotoiminnasta on pidettävä lentopäiväkirjaa. Määräyksen mukaan jokaisesta lennosta on tallennettava seuraavat tiedot:

- lennätyksen päivämäärä
  - lennätyspaikka
  - ilma-aluksen päällikkö
  - ilma-aluksen valmistaja ja malli
  - lennätyksen tai lennätysarjan alkamis- ja päättymisaika
  - onko kyseessä näköyhteyteen perustuva toiminta vai näköyhteyden ulkopuolella tapahtuva toiminta.
- lennätystehtävän luonne sekä maininta mahdollisesta kauko-ohjaustähtystäjän käytöstä. (Trafif 2016c.)

Lentopäiväkirjan pitämiseen on olemassa valmiita lentopäiväkirjoja tai päiväkirjan voi tehdä itse. Päiväkirjan muodosta ei määrätä mitään, mutta se on säilytettävä kolmen vuoden ajan (Trafif2016c). Päiväkirjaa voi pitää myös sähköisenä ja erilaisia sähköisiä versioita on saatavilla muun muassa eri mobiililaitteilla käytettäväksi.

Kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttäjän on tehtävä Trafille ilmoitus ennen toiminnan aloittamista. Ilmoituksen on pidettävä sisällään tiedot käyttäjästä, tekniset perustiedot ilma-aluksesta, aiotun toiminnan laatu ja laajuus, tieto siitä aiotaanko toimintaa harjoittaa asutuskeskuksen tiheään asutulla alueella ja tieto siitä aiotaanko toimintaa harjoittaa ulkosalle kokoontuneet väkijoukon yläpuolella. (Trafif 2016c.) Tämä ilmoitus voidaan tehdä helpoiten Trafifin nettisivuilla. Sivuilta täytetään lomake ja samalla luodaan tunnuksen lomakkeen päivittämistä varten. Lomakkeella Lomakkeen täyttämistä varten tarvitaan omat tiedot ja ilma-aluksen tiedot sekä tieto toiminnan luonteesta. Toiminnan luonteella tarkoitetaan sitä, mihin ilma-alusta aiotaan käyttää. Lomakkeesta löytyy valmiiksi vaihtoehtoja, jotka rästetään. Esimerkki täytetystä lomakkeesta löytyy liitteenä 1. Ilmoituksen tavoitteena on OPS M1-32 perustelumuistion (Trafif 2015b) mukaan, Liikenteen turvallisuusviraston tarve saada käsitys laitekannasta, toiminnan harjoittajista, toiminnan laadusta ja muista vastaavista seikoista sekä pitää yllä yhteystietoja, jotta Trafif tavoittaa toimijat esimerkiksi lähettäessään kauko-ohjattua ilmailua koskevia tiedotteita tai ohjeita. Ilmoitusmenettely toimii sujuvasti ja siihen liitetystä palvelusta voi myös hakea yhteystietonsa julkaisuun luvan antaneiden toimijoiden tietoja. Palvelu löytyy osoitteesta [http://www.trafi.fi/ilmailu/miehittamaton\\_ilmailu/rpas-haku](http://www.trafi.fi/ilmailu/miehittamaton_ilmailu/rpas-haku). Ilmoitusmenettelyn lisäksi käyttäjän on merkittävä kauko-ohjattuun ilma-alukseen käyttäjän nimi ja yhteystiedot (Trafif 2016c). Tällä selkeästi

halutaan varmistaa vaara tai onnettomuustilanteessa tieto siitä kuka ilma-aluksen käyttäjä on.

### 3.7.5 Turvallisuus ja muille aiheutettu haitta

Lennätys on suoritettava niin, että siitä aiheutuva vaara ulkopuolisille ihmisille ja omaisuudelle ja meluhaitta on mahdollisimman pieni. Viranomaistoimintaa tai ensivasteyksikön toimintaa ei tule vaarantaa, häiritä tai estää. Turvallisuuteen liittyen ilma-aluksessa on oltava järjestelmä tai menettely vikatilanteen varalle. Vikatilanteita voivat olla ohjaukseen tai valvontaan liittyvien yhteyksien katkeaminen tai aluksen vikaantuminen, siten, että ohjaaminen estyy. Järjestelmän tai menettelyn on varmistettava, että vaara ulkopuolisille tai heidän omaisuudelleen on mahdollisimman pieni. Kauko-ohjaajalle on myös annettu vaatimuksia, että hänen on tunnettava ja hallittava hätätilanteiden edellyttämät toimenpiteet. (Trafí 2016c.) Lennätyksestä kannattaa laatia aina riskianalyysi, jolla pyritään vähentämään riskejä.

Toimittaessa asutuskeskuksen tiheään asutulla alueella tai ulkosalle koontuneen väkijoukon yllä, on käyttäjällä useita erikseen huomioitavia velvoitteita turvallisuuteen liittyen. Käyttäjää on tehtävä kirjallinen toimeksiantokohtainen turvallisuusarviointi joka sisältää vaaratekijöiden tunnistamisen, riskien arvioinnin ja riskien vähentämisen. (Trafí 2016c.) Tätä turvallisuusarviointia ei erikseen tarkemmin ohjeisteta, mutta sen tekemiseksi on olemassa malleja, mutta joka kerta erikseen tehtävä arviointi on nähty parhaaksi ja toimivimmaksi (Lehtonen ja Nissinen 2016). Käyttäjällä on myös oltava laadittuna kirjallinen toimintaohjeistus, joka sisältää kuvauksen normaalitoiminnasta sekä toiminnasta häiriötilanteissa (Trafí 2016c). Määräys ei ohjeista tämän toimintaohjeistuksen sisältöä, mutta Trafín internetsivuilla löytyy malli toimintakäsikirjan laatimiseksi. Lehtonen ja Nissinen (2016) ohjeistavat tekemään check-listat lentotoiminnan eri vaiheisiin, niin normaalitoimintaa, kuin häiriötilanteen varalle. Trafí (2016c) määrittelee, että edellä mainitut asiakirjat tulee säilyttää kolme kuukautta lentotoiminnan päätyttyä ja ne on tarvittaessa voitava esittää valvontaviranomaiselle.

Kauko-ohjatuille ilma-aluksille tapahtuneista poikkeamista, mukaan lukien onnettomuudet ja vakavat vaaratilanteet, tulee ilmoittaa Trafille. Tämä määritellään OPS M1-32 määräyksessä ja sen perustana ovat poikkeama-asetus ja ilmailuohje GEN T1-4 (Trafí 2015a). Poikkeama-ilmoituksen tekemiseen miehitetyn ilmailun osalta annetaan lisää neuvoa Trafín internetsivuilla (Trafí 2016e). Poikkeamiksi määritellään vahingot ja läheltä piti tilanteet, eli tilanteet, joissa on tapahtunut vahinko tai on ollut mahdollisuus tapahtua vahinko. Poikkeama-ilmoituksen tekeminen ei johda rangaistukseen, vaan niitä käsitellään ilmailun ”Just Culture” käytäntöjen mukaisesti (Trafí 2016e). Poikkeamat ilmoitetaan Suomi.fi palvelun lomakkeen kautta.

Samalla lomakkeella ilmoitetaan kaikki ilmailun poikkeamat ja miehittämättömyyttä ilmailua varten Trafin sivuille on laadittu ohje lomakkeen täyttämistä varten. Ohjeessa selvennetään lomakkeessa käytettyjä ilmailutermejä ja neuvotaan jättämään miehittämättömyyteen ilmailuun sopimattomat kohdat täyttämättä.

Ilmailun vakuutusasetus (EY) N:o 785/2004 velvoittaa RPAS-toimijan vakuuttamaan toimintansa kolmansille osapuolille aiheutuvien vahinkojen varalle. Vakuutusasetuksessa vastuuvahingon vakuutusmäärät määräytyvät ilma-aluksen lentoonlähdomassan mukaisesti ja alin luokka on 500kg. Vakuutusmäärä tälle luokalle on 750 000 erityistä nosto oikeutta. Suomalaisista vakuutusyhtiöistä If myöntää RPAS-toimintaa vastuuvakuutusta vakuutusmäärällä 1 000 000€ ja tämä vakuutus kattaa vakuutusasetuksessa määritellyn vakuutusvaatimuksen. Muut suomalaiset vakuutusyhtiöt eivät keuhällä 2017 tehdyn selvityksen mukaan tarjonneet vakuutusasetuksen mukaista vakuutusta ja normaaleista yritysten vastuuvakuutuksista ilmailu on yleensä erikseen suljettu pois. RPAS-toimijat ovatkin usein hankkineet vakuutuksia muualta Euroopasta. Euroopassa vakuutuksia tarjoaa esimerkiksi Inter Hannover, Driessen Assuradeuren ja Tokio Marine Kiln.

### 3.7.6 Toimiminen Suomen ilmatilassa

Ilma-aluksen päällikön on ilmailulain mukaan valmisteltava lentotehtävä. Lentotehtävän valmisteluun kuuluu muun muassa selvittää lentopaikan ilmatila, toimitaanko valvotussa vai valvomattomassa ilmatilassa, onko alueella kielto-, rajoitus- tai vaara-alueita ja ovatko ne aktiivisia. Ilmailua tuntemattomalle nämä asiat saattava aluksi tuntua vaikeilta, mutta tähänkin asiaan löytyy ohjeita OPS M1-32 määräyksestä (Trafi 2016c) sekä Trafin internetsivuilta (Trafi 2016e). Lento-asemien läheisyydessä lentäminen vaatii erityistä huomiota. Tällaisia alueita ovat lentoasemien lähialueet (CTR, Control Zone), Lentopaikan lentotiedotusvyöhykkeet (FIZ, Flight information Zone) tai radiovyöhykkeet (RMZ, Radio Mandatory Zone). Nämä alueet on merkitty ilmailukarttaan, jota voi käyttää joko paperisena karttana tai sähköisenä karttapalveluna. Toimittaessa näillä lähialueilla, vaakasuoran etäisyyden ollessa yli 5km kiitotiestä, lentokorkeus on rajoitettu alle 50 metriin. Mikäli halutaan lentää lähempänä kiitotietä tai on tarve lentää korkeammalla kuin 50m, tulee olla yhteydessä ilmaliikennepalvelun tarjoajaan (Trafi 2016c, 4). Ilmaliikennepalvelun tarjoajalla tarkoitetaan lentoasemien läheisyydessä lennonjohtoa ja lentopaikan lentotiedotusvyöhykkeellä lennon tiedottajaa. Yhteystiedot lennonjohtoon ja lentotiedottajalle löytyvät sähköisestä Ilmailukäsikirjasta lentopaikkojen tekstisivuilta merkinnöillä ATS ja AVIS. Lennonjohto tai lentotiedotus eivät kuitenkaan ole kaikilla kentillä avoinna ympäri vuorokauden ja näinä aikoina lupaa normaalista poikkeavaan lentotoimintaa ei voi saada. Lentokenttien lähialueista poikkeuksena ovat Jyväskylä ja Utti, joiden kohdalla tulee sotilaslen-

totoiminnasta johtuen aina ottaa yhteyttä lennonjohtoon. Toinen poikkeus on Helsingissä, EFHK CTR SOUTH -niminen alue, jolla kaikki toiminta vaatii Helsinki-Vantaan lennonjohdon luvan (Trafic 2016c, 4).

Lentokenttien lisäksi Suomessa on paljon valvomattomia lentopaikkoja, joita kutsutaan kansankielessä korpikentiksi. Nämä lentopaikat löytyvät Ilmailukäsikirjasta tai Suomen ilmailuliiton ylläpitämästä palvelusta osoitteessa [www.lentopaikat.fi](http://www.lentopaikat.fi). Lentopaikkojen ja helikopterilentopaikkojen kohdalla RPAS-toimijoita opastetaan kiinnittämään huomiota lentopaikkojen läheisyydessä tapahtuvaan ilmailiikenteeseen ja lentopaikkoja käytettäessä noudattamaan lentopaikan ohjeita (Trafic 2016c, 4). Lentopaikoille on laadittu säännöt, jotka ohjeistavat niin miehitettyä kuin miehittämättömää ilmailua. Vaikka ei toimita lentopaikalta, niin toimittaessa lentopaikkojen läheisyydessä on kiinnitettävä erityistä huomiota muuhun lentotoimintaan (Trafic 2016c). Hyväksi käytännöksi on yleisesti muodostunut ottaa yhteyttä lentopaikan päällikköön, kun operoidaan alle 5 km etäisyydellä.

RPAS-toiminnassa tulee ottaa myös huomioon ilmatilan käyttöä rajoittavat kiinteät tai tilapäiset alueet. Tällaisia alueita ovat kieltoalueet (P-alue), Rajoitusalueet (R-alue) ja Vaara-alueet (D-alue) sekä tilapäiset vaara-alueet (Tempo-D -alue). Näiden alueiden perusteet esitetään julkaisussa ASM-Toimintakäsikirja - ilmatilan joustavan käytön menetelmät (Trafic 2016f). Näiden alueiden sijainti löytyy ilmailukartalta sekä Ilmailukäsikirjasta ja sen lisäyksistä. Tilapäisten alueiden aktiivisuus taas tulee ennen lentoa tarkistaa Ilmailutiedotuspalvelu AIS:n Bulletin-palvelusta, jossa julkaistaan niin sanotut NOTAMit. Palvelusta näkee kyseisenä ja seuraavana päivänä aktiivisena olevat alueet. Seuraavaksi on esitelty alueiden perusteet ja niiden vaikutus RPAS-toimintaan.

### **Kieltoalueet**

Kieltoalueita voidaan perustaa ilmailulain 11 § mukaisesti valtioneuvoston asetuksella. Kieltoalueet ovat valtiiovallan kannalta tärkeitä kohteita sekä muun muassa ydinvoimaloiden lähialueita. Näille alueille Trafic voi myöntää erityisistä syistä luvan lentämiseen. Pysyvät kieltoalueet on julkaistu Suomen Ilmailukäsikirjassa (Finavia 2016b) kohdassa ENR 5.1. (Trafic 2016f.)

### **Rajoitusalueet**

Rajoitusalueet on jaettu kolmeen ryhmään, pysyvästi voimassa oleviin, pysyviin tilapäisesti voimassa oleviin ja erikseen perustettaviin tilapäisiin rajoitusalueisiin. Rajoitusalueet on perustettu puolustusvoimien käyttötarpeisiin, sekä valtakunnan rajojen valvontaa varten. Niillä lentämiseen on mahdollista saada lupa. Lupaa haetaan puolustusvoimien esikunnasta lomakkeella ”lupahakemus rajoitusalueella lentämiseen”. (Trafic 2016f.)

### **Vaara-alueet (D-alue)**

Vaara-alueilla voi olla lentoturvallisuudelle vaarallista toimintaa, kuten Puolustusvoimien ammuntoja, purjelentoa, hätärakettiammuntoja tai lennätyksiä miehittämättömillä ilma-aluksilla näköyhteyden ulkopuolella. Pysyvät vaara-alueet on perustettu Ilmailulain 11 § mukaisesti ilmailumääräyksellä OPS M1-28 ja ne on julkaistu Ilmailukäsikirjassa. Aktiiviselle vaara-alueelle saa lentää ilma-aluksen päällikön harkinnan mukaan, mutta hänen pitää tiedostaa riskit ja selvittää toiminnan luonne. Mikäli vaara-alueella lennetään, tulisi lento toteuttaa koordinoitusti vaara-alueella toimivan tahon kanssa. Mikäli vaara-alue on valvotussa ilmatilassa lennonjohto voi ohjata ilma-aluksen alueen lävitse, mikäli vaarallinen toiminta on keskeytynyt. Tarkasteltaessa pysyviä vaara-alueita vaaran laatu on usein sotilaallinen, urheilullinen, tai miehittämättömään ilmailuun liittyvä. Vaara-alueet on aktivoitava ennen toiminnan aloittamista ja lentotoiminnan käynnistämisestä ja lopettamisesta on myös tehtävä ilmoitus aluelennonjohtoon. (Trafifin 2016f.)

### Tilapäiset vaara-alueet (Tempo-D)

Tilapäiset vaara-alueet voidaan perustaa esimerkiksi RPAS-, harraste- ja yleisilmailun toimintaa varten. RPAS-toimijalla on tällöin mahdollisuus poiketa 150 metrin korkeusrajoituksista ja toimia näköyhteyden ulkopuolella. Tilapäisen vaara-alueen perustaminen tapahtuu hakemalla sitä Trafifiltä vähintään 8 viikkoa ennen aiotun toiminnan aloittamista ja hakeminen maksaa 320 €. Alue voi olla kertaluontoinen tai sitä voi hakea vuodeksi kerrallaan, jolloin alue on aktivoitava ennen lentotoimintaa. Aktivointi tulee tehdä viimeistään edellisenä arkipäivänä. (Trafifin 2017.)

Ilmatilan käytön kohdalla on useasti viitattu Ilmailukäsikirjaan (AIP) ja Ilmailutiedotuspalveluun (AIS). Kuvassa 12 esitetään AIS palvelun lennonvalmistelu kohdasta RPAS-käyttäjälle tärkeät linkit. Näitä ovat Ilmailukäsikirja, Ilmailukäsikirjan lisäykset sekä Reittitiedotteet.

## *Lennonvalmistelu ja lentosuunnitelmat*

### *Lennonvalmistelun tiedot ja palvelut*

- Ilmailukäsikirja (AIP) Ohjeet, rajoitusalueet, lentopaikat, lennonjohto
- AIP:n lisäykset (AIP Supplements, AIP SUP) Muutokset edellisiin, mm. tilapäiset vaara- ja rajoitusalueet
- Ilmatilankäyttösuunnitelma (Airspace Use Plan, AUP)
- Reittitiedotteet (Pre-flight Information Bulletins, PIB) NOTAM-tiedotteet, mm. vaara- ja rajoitusalueiden aktivoinnit
- Lentäjien sääpalvelu (MET)
- SNOWTAM-ohje
- AIC A -tiedotteet (Aeronautical Information Circular A)

Kuva 12. Ilmailutiedotuspalvelu AIS ja sen RPAS-toimijalle tärkeät osat. (Finavia 2017).

### 3.7.7 Jokamiehen oikeudet, kotirauha ja yksityisyyden suoja

Edellä käsiteltiin ilmatilassa toimimista, mutta koska kauko-ohjattua ilma-alusta käytettäessä tarvitaan kauko-ohjauspaikka, on mietittävä myöskin ilma-alusta saa lennättää. Ympäristöministeriön jokamiehen oikeuksia käsittelevä teos kieltää ilma-aluksella laskeutumisen ja nousemisen jokamiehen oikeudella vedoten ilmailulakiin 1194/2009 (Tuunanen, Tarasti, Rautiainen toim. 2012, 106.). Vuoden 2009 ilmailulaissa kielletään ilma-aluksella nouseminen ja laskeutuminen, muuten kuin siihen tarkoitukseen varatulta paikalta, mutta 2014 ilmailulakiin (Ilmailulaki 864/2014. 76 §) on tehty lisäys, ettei kiello koske miehittämättömiä ilma-aluksia. Tämän perusteella toisen maan käyttäminen kauko-ohjatun ilma-aluksen kauko-ohjauspaikkana ei olet siis kielletty. Kuitenkin on huomattava, että toimittaessa asutuksen läheisyydessä luvan kysyminen ja toiminnasta ilmoittaminen kuuluu hyviin tapoihin. Tehtäessä ilma-aluksella lentotyötä, on aina saatu lentotehtävä. Tehtävä voi olla lennättäjän itsensä antama, tai sitten toimeksiantona työn tilaajalta. Toimittaessa työn tilaajan maalla, lupaa ei erikseen tarvita, mutta erityisesti toimittaessa toisen kotirauhan piirissä, on lupa ilma-aluksen käyttöön hankittava.

Sekä lentämisen että kuvaamisen kohdalla on kiinnitettävä huomiota kotirauhaan ja yksityisyydensuojaan. Rikoslain 24 luku (Rikoslaki 1889/39) käsittelee muun muassa yksityisyyden suojaa ja kotirauhaa. Rikoslaki määrää kotirauhasta rikkomisesta seuraavasti:

”Joka oikeudettomasti

- 1) tunkeutuu taikka menee salaa tai toista harhauttaen kotirauhan suojaamaan paikkaan taikka kätkeytyy tai jää sellaiseen paikkaan tai
- 2) rikkoo toisen kotirauhaa metelöimällä, heittämällä esineitä tai muulla vastaavalla tavalla, on tuomittava *kotirauhan rikkomisesta* sakkoon tai vankeuteen enintään kuudeksi kuukaudeksi.”

Kotirauhan suojaamat paikat laki (Rikoslaki 1893/39) määrittelee seuraavasti:

”Kotirauhan suojaamia paikkoja ovat asunnot, loma-asunnot ja muut asuamiseen tarkoitetut tilat, kuten hotellihuoneet, teltat, asuntovaunut ja asutavat alukset, sekä asuintalojen porraskäytävät ja asukkaiden yksityisaluetta olevat pihat niihin välittömästi liittyvine rakennuksineen.”

Salakatselusta rikoslaki (Rikoslaki 1899/39) määrää seuraavasti:

”Joka oikeudettomasti teknisellä laitteella katselee tai kuvaa

- 1) kotirauhan suojaamassa paikassa taikka käymälässä, pukeutumistilassa tai muussa vastaavassa paikassa oleskelevaa henkilöä taikka
- 2) yleisöltä suljetussa 3 §:ssä tarkoitetussa rakennuksessa, huoneistossa tai aidatulla piha-alueella oleskelevaa henkilöä tämän yksityisyyttä loukaten, on tuomittava salakatselusta sakkoon tai vankeuteen enintään yhdeksi vuodeksi. Yritys on rangaistava.”

Edellä mainitut kohdat on huomioitava RPAS-toiminnassa. Kotirauhan rikkomisen ensimmäisen kohdan mukaisesti ei saa tunkeutua toisen kotirauhan piiriin luvatta. Tämän vuoksi toimittaessa kotirauhan suojaamien paikkojen lähellä tai yläpuolella on aina kysyttävä lupa. Kohdassa kaksi kielletään kotirauhan rikkominen metelöimällä. Ilma-aluksista lähtee joitain poikkeuksia lukuun ottamatta ääntä ja ääni saattaa olla hyvinkin voimakasta. Tämä on huomioitavat etukäteen ja varmasti tiedottaminen ja luvan kysyminen ratkaisevat tämänkin asian. Salakatselun kohdalla tilanne on hieman haasteellinen, RPAS-toiminnan kannalta, kuvaaja saattaa huomauttaa kuvata kotirauhan piiriin kuuluvaa. Lauk, Uskali ja Kuutti (2016) pohtivat salakatselua ja toteavat, että kotipihallaan olevan henkilön kuvaaminen on kielletty ilman lupaa, mutta tilanne muuttuu luvalliseksi, jos kuvattava on huomannut tilanteen ja antanut luvan kuvata. Luvan antaminen voi tapahtua myös esimerkiksi vilkuttamalla, poseeraamalla tai hymyilemällä. He kuitenkin muistuttavat, että tällaisen luvan näyttäminen jälkikäteen voi olla vaikeaa. Toiseksi he muistuttavat, että salakatselu kohdistuu vain henkilöön, ei esimerkiksi taloon, autoon tai eläimiin. Salakatselua voi tapahtua myös julkisella paikalla, missä kuvaaminen yleisesti ottaen on sallittua, mutta tällöin kuvaamisen on loukattava kuvattavan yksityisyyttä ja paikan on oltava yleisöltä suljettu.



## 4 AIHEPIIRIN KOULUTUS

### 4.1 RPAS-koulutustilanne

Kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttämiseen ei Suomessa vaadita lupakirjaa tai muuta muodollista koulutusta tai pätevyyttä (Trafı 2016c). Kuka tahansa voi siis periaatteessa aloittaa kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttämisen. Trafın määräys OPS M1-32 (Trafı 2016c) ja ilmailulaki (Ilmailulaki 864/2014) kuitenkin vaativat, että ilma-aluksen päälliköllä on oltava riittävä osaaminen lentotoimintaa varten. Kokeneet käyttäjät ja viranomaiset tiedostavat tilanteen ja ovatkin huolissaan koko ajan lisääntyvästä käyttäjäkunnasta, jolla ei ole riittävää osaamista ja he tulevat alalle ilman ilma-lutaustaa (Lehtonen & Nissinen 2016). Koulutusta aiheeseen järjestää Suomessa usea eri toimija. UAS Finland tarjoaa koulutusta perusteisiin ja lennätystoimintaan (UAS Finland 2016). Insta Airhow tarjoaa verkkokoulutusta ja käytännön perehdytyspäivää sekä yhteistyökumppanin kanssa ilmakuvauksen sovelluksiin suuntautuvaa koulutusta (Insta Airhow 2016). Kolmantena kaupallisena koulutuksen tarjoaja on Etelä-Karjalan kesäyliopisto, joka markkinoi koulutustaan Drone lentäjän koulutuksena (Etelä-Karjalan kesäyliopisto 2016). Helsingin Yliopiston Lammin biologinen asema tarjoaa koulutusta omille opiskelijoille ja tutkijoille. Tässä koulutuksessa keskitytään kauko-ohjattujen ilma-alusten lentotoimintaan ja sovellusmahdollisuuksiin ympäristön tutkimuksessa (Loehr 2016). Itä-Suomen yliopiston maantieteen laitoksella on koulutusta. Tämä koulutus on suunnattu geoinformatiikan opiskelijoille ja siinä keskitytään kerätyn aineiston jatkokäsittelyyn ja analysointiin (Kumpula 2016). Ammattikorkeakoulut eivät mainosta koulutusta, mutta esimerkiksi Turun ammattikorkeakoulu ja Metropolia Ammattikorkeakoulu löytyvät Trafın ylläpitämästä kauko-ohjattujen ilma-alusten rekisteristä lentokoulutusta antavien toimijoiden listalta. Olemassa olevat koulutukset keskittyvät laitteiden turvalliseen käyttöön ja ovat kestoltaan puolesta päivästä kolmeen päivään. Insta Airhown verkkokurssin mittaa ei ole määritelty, mutta sen saa käyttöönsä puoleksi vuodeksi ja aineistoon tutustumiseen menee muutamia päiviä ja tämän jälkeen kurssin kykenee suorittamaan hyväksyttävästi.

Laajempi koulutus aiheeseen puuttuu tällä hetkellä lähes kokonaan. Mistä tämä johtuu? Syitä voi olla monia, ja niitä voi vain arvailla. Oppilaitokset eivät pysty vastaamaan nopeasti kehittyvään alaan ja tällä hetkellä tilanne on oppilaitoksissa yleisesti ottaen huono kokonaan uuden aiheen opetukseen aloittamiseksi. RPAS-toiminta on ilmailua ja ilmailua opetetaan hyvin harvassa paikassa Suomessa. Siksi myös miehittämättömälle ilmailulle ei löydy luontevaa opetuspaikkaa. Tampereen ammattikorkeakoulussa, tekniikan alalla on lentokonetekniikan suuntautumisvaihtoehto, mutta sielläkään alan opiskelijan mukaan ei varsinaista koulutusta tällä hetkellä anneta. Kaupallisten toimijoiden kurssit taas ovat aika kalliita yksityiselle ihmiselle osallistua. Esimerkiksi Insta Airhown verkkokurssi maksoi lokakuussa 2016 588€ ja perehdytyspäivä 183€ (Insta Airhow 2016).

Luonnonvara-alan ammattikorkeakouluopiskelija tulee varmasti olemaan aiheen kanssa tekemisissä ja näin ollen koulutuksen tarjoaminen opiskelijoille on erittäin tarpeellista. He tulevat työssään toimimaan työnjohdollisessa asemassa ja moni myös yrittäjänä. On siis oletettavaa, että heistä löytyy sekä laitteiston käyttäjiä, että myös niitä, jotka tilaavat aineistoa ja lentotyötä alan yrittäjiltä. Opintojen on siis katettava laajasti sekä lentotyö ja siihen liittyvät käytännöt, toiminnan soveltaminen.

## 4.2 Oppilaitos RPAS-käyttäjänä

RPAS-toimintaan liittyvät säännöt ja määräykset ovat voimassa myös oppilaitoksessa lennettäessä ja toimintaa harjoiteltaessa. Opetukseen ja kouluttamiseen ei erityisesti anneta Trafin puolesta neuvoja tai määräyksiä. Oppilaitoksen on kuitenkin hyvä tietää ja huomioida erityisesti toimintaympäristöön, turvallisuuteen, vastuukysymyksiin ja määräyksiin liittyviä asioita.

### 4.2.1 Kauko-ohjattu ilma-alus vai lennokki?

Trafi erottelee määräyksessä OPS M1-32 (Trafi 2016c) kauko-ohjatut ilma-alukset ja lennokit toisistaan, siten, että lennokkia käytetään harraste- ja urheilutarkoituksissa ja kauko-ohjattuja ilma-aluksia käytetään lentotyöhön. Samaa laitetta voidaan käsitellä joko lennokka tai kauko-ohjattuna ilma-aluksena, riippuen tehtävän luonteesta. Riippuen siitä määritelläänkö toiminta lennokitoinnaksi vai RPAS-toiminnaksi, käytetään eri sääntöjä ja toiminnalla on eri vaatimukset ja vastuut. Tämän vuoksi onkin oleellista tietää, kummaksi toiminta katsotaan. Oppilaitoksen näkökulmasta lentämisen harjoittelu tai muu pienimuotoinen toiminta ei kuulosta lentotyöltä, koska yleensä mielletään, että lentotyöstä saadaan kaupallista hyötyä (Hassinen 2016a). Koska määräys ei ota kantaa suoraan oppilaitoskäyttöön, eikä Trafin usein kysytyt kysymykset verkkosivusto (Trafi 2016a) myöskään selkeästi asiaa määrittele, kysyttiin asiaa Trafin erikoisasiantuntijalta. Erikoisasiantuntija määritteli oppilaitoskäytön yksiselitteisesti lentotyöksi ja laitteen siten kauko-ohjatuksi ilma-alukseksi (Kivinen 2016). Oppilaitoskäytössä lennätettäessä toimitaan siis, kuten kauko-ohjatuista ilma-aluksista määrätään. Työn edetessä Trafin internetsivuille ilmestyi tästä vielä erikseen maininta.

### 4.2.2 Toiminnan rekisteröinti ja yhteystiedot

Määräyksessä OPS M1-32 (Trafi 2016c) vaaditaan, että kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttäjän on ennen ensimmäistä lentoa tehtävä Trafille ilmoitus toiminnan aloittamisesta. Oppilaitoksen on tehtävä ilmoitus toiminnan aloittamisesta ja ilmoitettava käytettävät laitteet ennen niiden käyttöön ottamista. Ilmoituksessa tulee mainita mikä on toiminnan laatu ja ilmoi-

tuksesta löytyy muun muassa kohta RPAS lentokoulutus. Tämä käyttötarkoitus sopii hyvin oppilaitokselle. Ennen laitteen käyttämistä siihen on myös lisättävä fyysisesti käyttäjän nimi ja yhteystiedot. Laitteelle on siis määriteltävä vastuuhenkilö ja hänen yhteystietonsa.

#### 4.2.3 Vakuutukset

Ilmailun vakuutusasetuksen mukainen vastuuvakuutus kolmannelle osapuolella aiheutetun haitan varalle tulee oppilaitoskäytössä hankkia ennen toiminnan aloittamista. Oppilaitoskäytössä vastuuvakuutuksen tarve on huomioita erityisen tarkasti ja selvitettävä myös, onko laitteella oltava nimetty pilotti tai vastuuhenkilö.

#### 4.2.4 Ilmatila

RPAS-toiminnassa on keskeisimpinä rajoitteina näköyhteys ilma-alukseen ja alle 150 metrin lentokorkeus. Mikäli halutaan toimia näköyhteyden ulkopuolella tai korkeammalla kuin 150 metriä, tulee hakea poikkeuslupaa tai toimia muulta liikenteeltä rajoitetulla tai kielletyllä alueella eli varatussa ilmatilassa (Trafí 2016c). Oppilaitokselle voi olla hyödyllistä koulutuksen ja tutkimuksen vuoksi tehdä ilmatila-varaus. Liitteestä 2 löytyy esimerkki Evolle haetusta tilapäisestä vaara-alueesta nimeltä EFD412 Lammi-Evo.

#### 4.2.5 Toimintaohjeet ja -käsikirja

Käyttäjältä edellytetään kirjallista toimintaohjeistusta, erityisesti silloin, kun toimitaan ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella tai asutuskeskuksen tiheään asutulla alueella (Trafí 2016c). Jokainen vastuullinen käyttäjä kuitenkin laatii kirjallisen toimintaohjeistukset, pitääkseen huolta turvallisuudesta ja toiminnan järjestelmällisyydestä. Toimintaohjeistus voi olla lyhyt lentotoiminnassa aina mukana oleva ohje tai laajempi toimintakäsikirja. Sen tulee kuitenkin sisältää kuvaus normaalitoiminnasta ja toiminnasta häiriötilanteessa (Trafí 2016c). Näiden toimintaohjeiden tulee olla mukana lentotoimintaa tehtäessä.

Trafín verkkosivustolta löytyy malli kokonaisen toimintakäsikirjan laatimiseen. Mallin mukainen toimintakäsikirja on hyvin tarkka ja laadittu virallisen asiakirjan muotoon. Toimintakäsikirjassa kuvataan aluksi lentotoimintaa harjoittava toimija ja toimintakäsikirjan tarkoitus. Tämän jälkeen määritellään vastuuhenkilöt sekä lentotoiminnassa mukana olevien tehtävät ja vastuunjako. Kohdassa neljä määritellään turvallisuudenhallintajärjestelmä yleispiirteittäin. Varsinaiset ohjeet tulevat kohdassa viisi ja kuusi. Kohdassa viisi kerrotaan lentotoiminnasta, ja siihen liittyvistä käytänteistä ja turvatoimista, siinä siis kuvataan kuinka toimija toteuttaa lentotoimintaa turvallisesti. Kohdassa kuusi annetaan ilma-alustyyppikohtaiset ohjeet.

Näissä kerrotaan kullekin käytössä olevalle ilma-alukselle yleistiedot, suoritusravot ja toimintarajoitteet, hätämenetelmät ja lentotoiminnassa käytettävät varusteet. Kohdassa seitsemän määritellään toimita-alue, reitit ja kartat, joita toiminnassa käytetään. Lopuksi kohdassa 8 määritellään henkilöstön kelpoisuuteen ja koulutukseen liittyvät asiat. (Trafi 2016b.)

Toimintakäsikirjan malli on selkeästi tehty ilmailijan näkökulmasta ja siinä käsitellään asiat hyvin tarkasti ja koko organisaation näkökulmasta. Oppilaitoksen pienimuotoisen toiminnan kohdalla esitetyn kaltainen toimintakäsikirja on ehkä hieman liiankin perusteellinen. Oppilaitoksen kannattaa kuitenkin laatia käytännön toimintaa varten kirjalliset toimintaohjeet, joissa kuvataan turvallinen lentotoiminta. Esimerkki lennolla käytettävästä lyhyestä toimintaohjeesta löytyy liitteenä 3. Oppilaitoksen oman toiminnan järjestelmällisyyden ja myös turvallisuuden näkökulmasta kannattaa myös laatia toiminnan laajuuteen sopiva toimintakäsikirja, jossa on määriteltynä vastuut ja velvollisuudet sekä kuvattu, kuinka RPAS-toimintaa oppilaitoksessa tehdään.

#### 4.3 RPAS HAMKin opetuksessa

HAMKin biotalouden yksikkö vastaa luonnonvara- ja ympäristöalan sekä bio- ja elintarviketekniikan koulutuksesta. Biotalous yksikkö koostuu viidestä kampuksesta. Evon kampuksella toimii metsätalouden koulutus ja sieltä valmistutaan nimikkeellä metsätalousinsinööri (AMK). Lepaan kampukselta valmistuu hortonomi (AMK), rakennetun ympäristön ja puutarhatalouden koulutuksista. Mustialasta valmistuu Agrotekniikka (AMK) maa-seutuelinkeinojen ja hevostalouden koulutuksista. Forssassa toimii kestävän kehityksen koulutus, josta valmistuu ympäristösuunnittelijoita (AMK). Hämeenlinnan Visamäen kampukselta valmistuu bio- ja elintarviketekniikan insinööri (AMK). (HAMK 2016b.) HAMK on Suomen suurin luonnonvara-alan kouluttaja, opiskelijamäärän ollessa noin 1150 (HAMK 2017).

Biotalous yksiköissä opinnot toteutetaan 15 opintopisteen laajuisissa moduuleissa. Opetussuunnitelma on ilmiöpohjainen ja kukin moduuli rakentuukin jonkin ilmiön pohjalle. Opetussuunnitelma koostuu ydinosaamisen- ja profiloivan osaamisen moduuleista. Ydinosaamisen moduulit sisältävät tutkinnon keskeisimmät osaamisalueet ja näin antavat opiskelijalle perusosaamisen ammatissa toimimiseen. Profiloivilla opinnoilla opiskelija erikoistuu tai suuntautuu itse valitsemaansa aiheeseen. Koulutukset toteuttavat suurimman osan moduuleista omille opiskelijoilleen, mutta osa moduuleista on yksikön yhteisiä. (HAMK 2016a.)

Biotalous yksikössä yhteisten RPAS-opintojen toteuttaminen on koettu tarpeelliseksi RPAS-laitteiden käytön ja luonnonvara-alalle soveltuvien sovelluskohteiden lisääntyessä. Eri koulutukset ovat hankkineet kalustoa ja aloittaneet aiheeseen tutustumisen. RPAS opintojen tavoitteeksi on ase-

tettu, että ne soveltuvat kaikkien koulutusten opiskelijoille ja niiden toteuttamisessa tulee olemaan mukana opettajia eri koulutuksista. Tämän opinnäytetutkimuksen tulosten pohjalta suunniteltava moduuli tulee sijoittumaan yksikön yhteisiin moduuleihin ja moduulin ilmiönä on miehitämätön ilmailu ja RPAS-laitteet.

## 5 TUTKIMUS

Tähän työhön haluttiin kerätä tietoa lähdekirjallisuuden ja muun informaation lisäksi aiheen parissa työskenteleviltä ammattilaisilta. Tutkimuksella haluttiin löytää näkökulmia aiheen nykytilaan ja toimintaympäristöön sekä saada tietoa tämän hetken tutkimuksesta ja olemassa olevista sovelluskohteista. Tiedon keräämiseksi tehtiin haastattelututkimus. Tutkimuksen pääkysymykset olivat, mihin RPAS-laitteita hyödynnetään luonnonvarialalla ja millaiset ovat luonnonvara-alan ammattilaisen osaamistarpeet. Tavoitteena oli myös luoda kokonaiskuva alasta ja hankkia tietoa tekniikasta sekä erilaisista laitteista. Tutkittavilta haluttiin saada syvällisempää tietoa ja ideoita sekä heille haluttiin antaa vapaus kertoa asioista omin sanoin ja ideoida uutta. Toisaalta tutkija halusi pitää tutkimuksen kompaktina ja vaikuttaa itse haastattelun kulkuun ja rajata keskusteltavia aiheita. Tämän vuoksi päädyttiin tekemään tutkimus teemahaastattelun muodossa.

### 5.1 Aineisto ja menetelmät

#### 5.1.1 Teemahaastattelu

Tutkimus toteutettiin teemahaastatteluna. Teemahaastattelu on niin sanottu puolistrukturoitu haastattelu. Strukturoidussa haastattelussa haastattelu tapahtuu lomakkeen mukaan, ja vastaukset luokitellaan jo haastatteluvaiheessa. Teemahaastattelu perustuu Mertonin, Fiskin ja Kendalin (1956) kirjaan ”The Focused Interview”. Teemahaastattelussa ei ole tarkkaa kysymysten muotoa ja järjestystä, mutta se ei ole kuitenkaan täysin vapaa, kuten syvähaastattelu. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 47–48.)

Yksinkertaistaen teemahaastattelussa kysytään haastateltavilta mitä mieltä he käsiteltävästä asiasta ovat, eikä sen sijaan laiteta heitä vastaamaan kyselykaavakkeeseen ja päätellä sen jälkeen mitä he ovat tarkoittaneet. Teemahaastattelu on myös tilanteeseen mukautuva tapa, jossa haastateltavasta riippuen voidaan haastattelun kulkua muuttaa. Siinä haastattelun aihepiirit eli teema-alueet on ennalta määritelty, mutta tarkkoja kysymyksiä haastatteluun ei ole laadittu. Haastattelijan vastuulle jää, että etukäteen päätetyt teema-alueet tulee käytyä lävitse haastattelijan kanssa. (Eskola ja Vastamäki 2015, 27–28.)

Teemahaastattelun uskottiin sopivan hyvin tutkimuksen tavoitteena olleen tiedon keräämiseen, menetelmän salliman kohtuullisen vapaan keskustelun kulun vuoksi. Ennakkoon ei haluttu määritellä tarkkoja kysymyksiä, vaan haluttiin jättää mahdollisuus suunnata haastattelua haastateltavan tietämyksen ja osaamisen mukaa.

Haastattelun teemojen laatimisessa on useita menetelmiä. Eskola ja Vastamäki (2015) varoittavat tutkijaa valitsemasta teemoja oman mielensä mukaisesti mieleen juolahtaneista asioista ja näkevät tässä tavassa kaksi puutetta. Haastattelurungosta tulee vaillinainen ja se pohjautuu tutkijan ennakkokäsityksiin. Toisaalta aineiston analysointi voi osoittautua vaikeaksi ja kytkentöjä teoriaan on vaikea tehdä. Heidän mukaansa teemoja voi etsiä kirjallisuudesta tutkimalla esimerkiksi mitä teemoja aiemmissa tutkimuksissa on käytetty tai mitä alan kirjallisuudessa yleensä käytetään. Näistä löydettyjen aihe-alueiden perusteella sitten muodostetaan haastattelun teemat. Teemat voidaan myös johtaa teoriasta, muuttamalla teorian käsitteet mitattavaan tai kysyttävään muotoon. Hyvässä tutkimuksessa kaikkia edellä mainittuja tapoja käytetään hyväksi teemojen luomisessa.

Teemojen luomisen jälkeen on päätettävä, kuinka haastattelija itselleen avaa ja kirjaa teemat haastattelua varten. Haastattelija voi tässä käyttää tukisanalista, mind mappia tai miellekarttaa. Tärkeitä on, että haastattelija itse saa menetelmästänsä selvää ja pystyy tarkistamaan, että teemat tulevat käsitellyiksi. Teemarunkoon suositellaan tehtäväksi kolmen tason asioita, yleisiä laajoja teemoja joista on tarkoitus keskustella, tarkentavia apukysymyksiä ja yksityiskohtaisia pikkukysymyksiä. Näitä sitten käytetään sen mukaisesti, kun haastattelussa tarvitaan. Mikäli yleiseltä tasolta edetään luontevasti yksityiskohtiin, ei haastattelijan tarvitse käyttää kaikkia tasoja. Toisaalta, jos haastateltavaa on tarpeen johdattaa yksityiskohtaisempiin asioihin, on haastattelijalla siihen valmiina kysymyksiä. (Eskola & Vastamäki 2015.)

Haastattelurunko laadittiin samaan aikaan, kun perehtyminen miehittämättömään ilmailuun oli käynnissä. Tilanteessa, jossa aihe ja ala ei ollut vielä tuttu, oli helppo esittää itsestään selviäkin kysymyksiä ja valita teemoiksi tutkijaa mietityttäviä keskusteluaiheita ja teoriasta nousseita kysymyksiä. Alaan perehtymisen aikana teemoiksi nousi myös haastavampia asioita kuten liiketoiminta RPAS-laitteiden soveltamisen ympärillä, opetus ja alan tulevaisuus. Teemojen määrittäminen oli kohtuullisen helppoa ja siinä tehtiin yhteistyötä ohjaajan ja HAMKin biotalouden toimipisteiden muiden opettajien kanssa. Teemoiksi valikoituivat seuraavat:

- Haastateltavan taustat ja oma suhde RPAS-käyttöön
- RPAS-toimintaympäristö tällä hetkellä
- RPAS-käyttökohteet erityisesti luonnonvara-alalla
- laitteistot ja mihin ne soveltuvat
- RPAS-laitteiden hyödyntäminen tutkimuksessa
- alan tulevaisuus
- liiketoiminta RPAS-laitteiden ympärillä
- missä tai kuinka toisi lisäarvoa toimintaan
- aiheen opettaminen/koulutus
- luonnonvara-ala/agrologi/hortonomi/metsätalousinsinööri/ympäristösuunnittelija RPAS-laitteen käyttäjänä.

Teemojen alla luotiin vielä valmiiksi tarkentavia kysymyksiä keskustelun ylläpitämiseksi ja haastattelutilanteen eteenpäinviemiseksi. Haastattelu-runko alakysymyksineen löytyy työn liitteenä 4.

### 5.1.2 Haastateltavat

Kysymykseen siitä kuinka monta haastateltavaa olisi hyvä valita, etsittiin kahdesta eri tietolähteestä. Hirsjärvi ja Hurme (2011) antavat vastauksen, että niin monta kuin on välttämätöntä, jotta saadaan tarvittava tieto. He kuvaavat kaksi vaihtoehtoa. Mikäli tutkimus on survey-tyyppinen, valitaan jotakin perusjoukkoa edustava otos. Mikäli kyseessä on tapaustutkimus, voidaan haastatella, vaikka vain yhtä henkilöä tarvittavan tiedon saamiseksi. Valitsemalla muutama haastateltava, tehdään siis tapaustutkimus, jossa tietoisesti haetaan tietoa vain valitulta joukolta. Silloin aineistosta ei yritetä tehdä yleistyksiä, vaan koostetaan joukosta saatua tietoa ja analysoidaan sitä. Ohjeellista lukumäärää haastateltaville ei voi antaa. Määrä riippuu siitä, millaista ilmiötä ollaan tutkimassa, ja kuinka aineistoa aiotaan käsitellä. Mikäli aineistosta halutaan tehdä tilastollisia yleistyksiä tai testata ryhmien välisiä eroja, on haastateltavia oltava paljon. Jos kuitenkin halutaan syvällisempää analyysiä ja tulkintoja ei joukko voi olla kovain suuri. Kvalen (1996, 102) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen haastateltavien määrä on tavallisesti noin 15. Tässä tutkimuksessa haluttiin syvällisempää tietoa, joten haastateltavia pyrittiin saamaan noin kymmenen.

Tätä tutkimusta varten etsittiin haastateltaviksi aiheen kanssa tekemisissä olleita henkilöitä. Tavoitteena oli löytää erilaisia näkökulmia ja syvällistä tietoa aiheesta. Mahdollisia haastateltavia jaoteltiin useaan eri ryhmään ja näihin ryhmiin etsittiin sopivia haastateltavia. Haastateltavien valinta tapahtui siinä mielessä subjektiivisesti, että etsittiin arvostettuja sekä tunnustettuja asian osaajia. Mukaan haluttiin RPAS tekniikkaan tuntevia ihmisiä antamaan näkökulmia tekniikan toimivuudesta ja toisaalta käytännön toimijoita, tuomaan tietoa laitteiston soveltamiseen eri käyttötarkoituksiin liittyen. Haastateltavien valinnassa käytettiin kahta tapaa. Tiedossa oli sidosryhmiä ja käyttäjiä, jotka olivat esittäneet kiinnostuksensa tutkimusta kohtaan tai he olivat olleet mukana HAMKin drone-hankeen suunnittelussa. Näihin toimijoihin oli valmiina organisaation tasolla yhteydet. Luonnonvarakeskus eli LUKE tekee tutkimusta mm. metsätaloudessa ja maataloudessa, ja siellä on käytetty RPAS-laitteita tutkimuksissa. LUKE:sta haastatteluun osallistui metsän kaukokartoitus pohjaiseen inventointiin suuntautunut erikoistutkija ja maatalouden puolella täsmäviljely ja kaukokartoituksen ja RPAS toiminnan parissa toimiva tutkija. HAMKin drone-hankeen suunnittelussa oli mukana osaajia Itä-Suomen yliopiston Mekrijärven tutkimuslaitokselta. Mekrijärveltä haastatteluun osallistui pitkäaikainen RPAS-toimija. Yrkeshögskolan Novia järjestää luonnonvara-alan ammattikorkeakoulutusta Tammisaaressa. Noviassa on ollut aiemmin Aeria- aerial solutions & services -niminen hanke, jossa erilaisia RPAS-järjestelmiä on



tutkittu ja hyödynnetty. Lisäksi Novia on mukana suunnitellun drone-hankkeen valmistelussa. Noviaa haastatteluun osallistui hankkeen projektipäällikkö. Tutkijoita haastateltaessa käytettiin myös niin sanottua lumipal-lomenetelmää, jossa haastateltavia pyydetään nimeämään uusia haastateltavia (Hirsjärvi & Hurme 2011). Tällä tavalla tutkimukseen löydettiin haastateltavaksi Paikkatietokeskuksesta kaukokartoituksen ja fotogrammetrian osastolta tutkimuspäällikkö sekä Suomen Metsäkeskuksesta Metsätietopäällikkö. Jotta HAMKin koulutuksista myös rakennetun ympäristön näkemystä saatiin huomioitua, pyydettiin Koulutus-päällikkö Heikki Peltoniemeä nimeämään haastateltavia. Tätä kautta haastatteluun osallistui yrittäjä Puutarhavidet-nimisestä yrityksestä.

Haastateltaviksi haluttiin löytää myös aiheen kanssa työtä tekeviä, eli henkilöitä jotka toimivat alan yrityksissä ja tekevät RPAS-liiketoimintaa. Tätä joukkoa varten oli käytössä toinen tapa haastateltavien valintaan. Tekijöitä olisi voinut etsiä internetistä google-hakukoneella sopivin hakusanoin, jolloin olisi varmasti voinut löytää suurimman osan alan toimijoista. Trafi ylläpitää RPAS-haku -nimistä palvelua, josta löytyy rekisteröityneet kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttäjät, jotka ovat antaneet luvan julkaista yhteystietonsa. Tämän hakupalvelun perusteella päätettiin etsiä vapaaehtoisia haastateltavia. Tiedustelua halukkuudesta haastatteluun laitettiin 167:lle käyttäjälle. Käyttäjät valittiin RPAS-hausta käyttäjän ilmoittaman toimialan perusteella ja käyttäen tutkijan omaa harkintaa. Toimialoista selkeimpiä olivat maatalouden ja metsätalouden työt, mutta tarkasteluun otettiin mukaan myös tieteellinen tutkimustoiminta ja rakennusten tarkastuksiin liittyvät toiminnot. Haussa oli 23.1.2017 näkyvillä 730 toimijan yhteystiedot. Toimija itse määrittää toimialansa, joten esimerkiksi metsätalouden alalla ilmoitti toimivansa 182 toimijaa. Luokitukseen kannattaa kuitenkin suhtautua varauksella, koska tarkasteltaessa haun tuottamia tuloksia on sieltä löydettävissä mm. mainostoimistoja ja valokuvaamoja joiden verkkosivujen mukaan toimintaan ei oleellisesti liity metsätalouden työt. Koko RPAS-haun listaus käytiin manuaalisesti lävitse ja sieltä valittiin edellä mainittujen toimialojen käyttäjistä ne, joiden uskottiin olevan oikeasti luonnonvara-alan kanssa tekemisissä. Näille valituille lähetettiin tiedustelu halukkuudesta osallistua haastatteluun. Tiedustelussa vastaajia pyydettiin vastaamaan lyhyeen kyselyyn, jossa he kuvasivat omaa toimintaansa ja siitä mistä aiheista heillä on kokemusta. Tähän lyhyeen kyselyyn vastanneista valittiin sopiviksi katsotut haastateltavat. Tällä tavalla valittiin lopulta haastateltaviksi viisi henkilöä. Osallistujat edustivat käytännön RPAS toimijoita ja toimivat yrittäjinä seuraavissa yrityksissä: Metsälinkki Oy, Coetus osuuskunta, Revi Oy ja Mediafarmi Oy. Viides osallistuja ei halunnut yrityksensä nimeä tutkimukseen. Yhteensä tutkimukseen osallistui 12 haastateltavaa.

Teemahaastattelupaikan valinta on Eskolan ja Vastamäen (2015,30) mukaan oleellinen asia haastattelun onnistumisen kannalta. He suosittavat haastattelijalle tutun paikan käyttämistä, jos se on mahdollista. Haastattelupaikka tulisi valita siten, että haastateltava kokee olonsa luontevaksi ja

rennoksi. Haastattelut tehtiin teemahaastattelulle hieman epätyypillisesti etäyhteyksin, käyttäen Skype for Business -ohjelmaa. Tähän päädyttiin ajansäästöllisistä syistä. Haastateltavat eivät olleet maantieteellisesti lähellä toisiaan ja myös kiireiset ihmiset saatiin näin osallistumaan haastatteluun. Etänä tehtävässä haastattelussa menetetään monta kasvokkain tehtävän haastattelun hyvää puolta, vaikka toki ohjelma antoi mahdollisuuden käyttää myös videokuvaa. Haastateltavat saivat itse valita mistä haastatteluun osallistuivat ja näin he pystyivät osallistumaan haastatteluun helposti, vaikka kotoa käsin.

## 5.2 Aineiston muokkaus ja analyysi

Teemahaastattelulla kerätyn aineiston analysointiin on olemassa useita tapoja. Usein puhutaan sisällönanalyysistä, jolloin tavoitteena on analysoida kerätyn aineiston sisältöä ja siitä löytyvää tietoa. Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 138) mukaan aineisto voidaan joko litteroida eli kirjoittaa tekstiksi tai päätelmiä voidaan tehdä suoraan tallenteelta. Litterointi voidaan tehdä monella tapaa. Haastattelut voidaan kirjoittaa auki sanasta sanaan, jopa huokauksia ja taukoja myöten. Litteroinnin tarkkuus riippuu tutkimuksen luonteesta ja tarkoituksesta. Voidaan myös kirjoittaa ylös vain tarvittavat asiasisällöt ja jo kirjoitusvaiheessa jaotella ne teemoittain. (Hirsjärvi ja Hurme 2000, 138-143.)

Teemahaastattelu tallennettiin haastattelujen yhteydessä Skype for Business -ohjelmalla videomuodossa tietokoneelle. Videoista käytettiin analyysissä vain ääninauhoitetta. Haastatteluaineistoa syntyi yhteensä 12 nauhoitetta, kestoaltaan yhteensä 12 tuntia 30 minuuttia.

Haastattelujen tekemistä seurasi litterointivaihe, jossa videoita kuunneltiin VLC media player -ohjelmalla. Ohjelmassa äänitteen nopeutta pystyttiin säätämään ja näin mahdollistettiin suora tekstin kirjoittaminen tekstinkäsittelyohjelmaan. Haastattelut litteroitiin asiatarkasti, lähes sanasta sanaan. Huokauksia tai muita tunnetiloja ilmaisevia huomioita ei kirjoitettu ylös. Litteroitua tekstiä kertyi yhteensä 51 sivua.

Litterointivaiheen jälkeen aineisto jaettiin haastateltavittain omiksi dokumenteikseen ja vastaajat koodattiin omalla värillään. Aineisto teemoiteltiin kunkin haastatteluvaiheessa hioutuneen teeman mukaisesti, kopioimalla kunkin vastaajan teemaan liittyvät vastaukset ja liittämällä ne teeman mukaiseen dokumenttiin. Kutakin teemaa lähdettiin analysoimaan keräämällä vastauksista keskeisiä teemaan liittyviä sisältöjä, jotka vielä jaoteltiin edelleen teemojen alle kokonaisuuksiksi. Esimerkkinä tällaisesta jaottelusta oli teeman RPAS-sovelluskohteet luonnonvara-alalla alle tulleet teemat: sovelluskohteet metsätaloudessa, -maataloudessa ja -rakenne-tussa ympäristössä. Teemojen pilkkomisella haluttiin tuoda lopullisiin tuloksiin esimerkkejä, joilla päästään käytännön tasolle.

Viimeisessä vaiheessa teemojen vastauksia luettiin useaan kertaan ja niistä etsittiin tutkimuskysymysten kannalta oleelliset vastaukset. Tässä synteesivaiheessa vastaukset kirjoitettiin omiksi dokumenteikseen käyttäen oman tekstin seassa haastateltavien vastauksista poimittuja tärkeitä ja asiaa selkeyttäviä lainauksia. Löytyneiden vastausten kohdalla laskettiin saamaa mieltä olleiden haastateltavien määrät, niissä vastauksissa, joiden merkityksellisyyteen usean haastateltavan yhtenevä mielipide toi vahvistusta. Lukumääriä laskettiin myös silloin, kun haluttiin vertailla haastateltavien eriäviä mielipiteitä. Jokaiselta haastateltavalta ei saatu vastauksia jokaiseen teemaan, koska kaikilla haastateltavilla ollut tietoa kaikista kysytyistä asioista. Tämä oli linjassa sen kanssa, että mukaan haluttiin sekä tutkijoita että toimijoita ja vielä eri alojen asiantuntemuksella. Tästä johtuen tuloksissa esitetään jakaumat teemoittain siitä, kuinka moni haastateltavista osallistui teeman käsittelyyn. Joidenkin kysymysten kohdalla vastauksia tai todellista tietoa löytyi vain osalta haastateltavista. Tällöin jo yhdenkin haastateltavan mielipide nostettiin tärkeäksi ja merkitykselliseksi asiaksi.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Haastateltavien oma suhde ja kokemus RPAS-toiminnasta.

Haastateltavista kaikilla oli kokemusta RPAS-toiminnasta. Kokemus vaihteli reilusta vuodesta yli kymmeneen vuoteen. Keskimääräinen aika, jonka haastateltavat olivat olleet aiheen kanssa tekemisissä, oli noin viisi vuotta. Aika ei ole pitkä, mutta verrattaessa aiheen nopeaan kehitykseen, voidaan todeta, että suurin osa oli ollut aiheen kanssa pitkään tekemisissä. Kuusi vastaajista tutki aihetta tai toimi asiantuntijana aiheen parissa ja kuudella oli yritystoimintaa RPAS-laitteilla. Nämä ryhmät nimettiin tutkijoiksi ja toimijoiksi. Tässä jaottelussa oli haasteena, että osa toimi tutkijoina ja osalla toiminta oli yritystoimintaa, mutta toisaalta osa heistäkin oli ollut mukana tutkimuksissa. Mielenkiintoinen havainto oli, että kolme haastatelluista ilmoitti, ettei itse lennä ilma-alusta. He toimivat tutkijoina ja tutkimuksissa lentotoiminnan suoritti joku muu. Loput yhdeksän lensivät itse. Haastateltaville määriteltiin toimialat ja lisäksi vielä jaoteltiin, oliko toiminta alan tutkimusta vai yritystoimintaa. Toimialojen määrittelyssä yhdelle haastateltavalle saattoi tulla useita toimialoja. Yritystoimintaa tekevillä oli jokin suuntautuminen, mutta he tekivät kuitenkin lähes kaikkea mitä asiakkaat heiltä pyysivät ja pystyivät kalustollaan tekemään. Koulutusta RPAS-toimintaa ei ollut kuin yhdellä vastaajista, mutta kolme oli kuitenkin saanut laitevalmistajalta perehdytyksen oman laitteen käyttöön. Haastateltavat kokivatkin, ettei koulutusta ole riittävästi tarjolla RPAS-toimintaan.

Haastateltavien jakautuminen toimialoittain ja ryhmittäin		
Toimiala	Tutkijat	Toimijat
maatalous	4	4
metsätalous	6	3
kartoitus	2	6
kuvaus ja videointi		4
yht	6	6

Erityisesti kolmelta tutkijalta saatiin tarkkaa tietoa tekniikan ja teorian osalta. Heidän kohdalla haastatteluissa keskityttiinkin erityisesti teoriaan ja tekniikan mahdollistamiin sovelluskohteisiin. Tekniikan osalta haastatteluissa keskusteltiin erityisesti erilaisten sensorien soveltuvuudesta eri asioiden kartoittamiseen, kyseisillä sensoreilla kerättävän aineistona analysointiin ja aineistosta löydettäviin asioihin. Tutkijoiden näkemys aiheesta oli keskenään aika yhtenevä ja teorian sekä soveltuvuuden osalta haastattelut antoivat hyvän pohjatietämyksen.

## 6.2 Alan tilanne

### 6.2.1 Nykytila ja tulevaisuuden näkymät

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
12	6	6

Yleisesti ottaen ala on suuressa nosteessa ja tutkijat mainitsivat miehittämättömien ilma-alusten olevan hyvin usein mukana kaukokartoitukseen liittyvissä tutkimuksissa. Esimerkkinä tästä eräs tutkija mainitsi kansainvälisen kaukokartoitusseminaarin, jossa lähes jokaisessa esitelmässä oli miehittämättömät ilma-alukset mukana. Suomessa ollaan haastateltavien mielestä eturintamassa RPAS-laitteiden soveltamisen tutkimuksessa. Erityisesti mainittiin Paikkatietokeskuksen osaaminen hyperspektrikuvauksessa ja sen yhdistämisessä lasekeilaukseen sekä VTT:n tutkimukset laser- ja hyperspektritekniikassa. VTT:n kehitystyön pohjalta ponnistaneet hyperspektrikameravalmistajat Rikola ja Specim mainittiin vahvoina aihetta eteenpäin vieneinä toimijoina ja suomalaisen tutkimuksen tuloksina. Tutkimuslaitosten välinen hyvä yhteistyö nähtiin Suomen etuna moneen muuhun maahan verrattuna. Eräs tutkija mainitsi hyväksi puoleksi, että Suomessa tutkimuksessa on mukana sekä teknistä asiantuntijuutta että sovellettavan alan asiantuntijuutta.

Alan tulevaisuus nähtiin positiivisena. Kaikki haastateltavat uskoivat alan kasvuun ja laitteiden yleistymiseen. Tutkimuksen odotettiin tuottavan uusia sovelluskohteita ja tällä hetkellä haasteena olevien teknisten ongelmien uskottiin ratkeavan. Haastateltavat uskoivat vahvasti siihen, että tekniikka tulee kehittymään todella nopeasti ja laitteiden määrä tulee nousemaan ihan lähitulevaisuudessa.

*Tekniikka kehittyy, laitteet halpenee ja droneja tulee lisää. (h12)*

Tulevaisuuden haasteina nähtiin liiketoiminnan muotoutuminen ja erityisesti toimijat pohtivat tulevaisuuden arvoketjujen toimivuutta ja sitä, kuka toiminnasta on valmis maksamaan. Eräs haastateltava näki, että alalla tulee olemaan suuria toimijoita, jotka saattavat ottaa monopoliaseman tiettyissä sovelluskohteissa. Toisaalta hän näki myös, että yksityiset toimijat ja pienemmät porukat tulevat itse käyttämään laitteita ja pienet yritykset löytävät paikkansa RPAS-kentällä. Markkinointityön ja tietoisuuden lisääminen nähtiin haasteena hyvän tulevaisuuden luomisessa. Toimijat kokivat, että tarvitsevat pieninä toimijoina ja alan pioneereina tukea tiedottamiseen ja RPAS-mahdollisuuksien viemiseen osaksi eri toimijoiden arkea. Alan kehityksen ennustamisen haasteellisuudesta kertoo haastateltavan kommentti

*2010-luvulle kun tultiin, niin en vielä edes tiennyt koko asiasta. 10 vuoden päästä varmaan on ihan eri tilanne. (h12)*

Aihe on siis tällä hetkellä edelleen uusi ja tulevaisuutta ei pystytä ennustamaan taaksepäin katsomalla. Mutta kaikilla oli kuitenkin näkemys, että nopea kasvu tulee jatkumaan ja haastatellut toimijat itse tulevat olemaan mukana alan kehityksessä

## 6.2.2 Toimintaympäristö

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
11	6	5

Toimintaympäristöstä keskusteltaessa esiin nousi Suomen lainsäädäntö, erityisesti Trafin OPS-M1-32 määräys sekä tuleva EU-lainsäädäntö. Valtaosa haastateltavista (8) piti suomalaista lainsäädäntöä hyvänä, eikä nähnyt siinä suuria puutteita. Haastateltavien mielipiteet Trafista, säädännön luoja ja viranomaisena olivat positiivisia ja he kokivat saaneensa tarvittaessa neuvoja Trafista. Lainsäädäntöä ja sen levittämistä käyttäjien tietoisuuteen pidettiin tärkeänä, mutta haasteellisena tehtävänä. Tämän vuoksi aiheen tiedotus ja koulutus koettiin hyvin tärkeäksi. Erityisesti harrastajien sääntöjen noudattamista epäiltiin ja juuri tietämättömien käyttäjien pelättiin pilaavan koko alan maineen. Toisaalta käyttäjien keskinäisen kuri tuli esiin erään haastateltava kommentissa, jonka haastateltava erikseen pyysi vielä julkaistavan.

*Muista mainita, että jos töppäilee niin muut antaa turpaan! (h6)*

Haastateltavan mielestä RPAS-käyttäjien keskuudessa vallitsee huoli, siitä että virheiden ja säännöistä piittaamattoman toiminnan vuoksi sääntöjä kiristetään ja silloin kaikkien toiminta vaikeutuu. Useat (3) haastateltavat uskoivat sääntöjen kiristyvät, mikäli sattuisi vakava onnettomuus, jossa RPAS olisi onnettomuuden aiheuttaneen osapuolena.

Suurin toimintaa rajoittava tekijä haastateltavien mielestä oli jatkuvan näköyhteyden pitäminen eli VLOS-vaatimus. Neljä haastateltavaa näki vaatimuksen haittaavan suurempien alueiden kartoittamista, erityisesti metsäisissä olosuhteissa. Pieniä alueita pystytään lentämään, mutta tällöin kustannuksen ovat suuret. Teknisesti olisi mahdollista kattaa lennoilla suurempia alueita, jolloin kustannukset laskisivat. Esimerkiksi metsän inventoinnin kohdalla BVLOS-toimintaa pidettiin välttämättömänä suurten pinta-alojen kattamiseksi

*Sellainen ei tule toimimaan, että joku pitäis koko ajan olla seuraamassa silmävaraisesti. Sitten se jäisi tutkimusintressiksi, että voidaan*

*joku semmoinen koealue kuvauttaa ja jotain näytepiirteitä tehdään ja analysoidaan. (h8)*

Kaksi toimijaa ei kuitenkaan nähnyt VLOS-vaatimusta ongelmana, vaikka hekin olivat tehneet kartoituslentotoimintaa. Heidän mielestään nykyisellä kalustolla ei kyettäisi kuitenkaan lentämään ratkaisevasti suurempia alueita ja heidän mielestään näköyhteysvaatimus tuo myös turvallisuutta toimintaa. Kolme haastateltavista tunsu mahdollisuuden varata ilmatila näköyhteyden ulkopuolella toimimista varten, mutta he pitivät prosessia kankeana operatiivisen toiminnan näkökulmasta.

*Kyllä kopteri aika kauan pysyy [näköyhteydessä] kun 150m lyödään ja kopterissa on hyvät valot. Pelisilmää täytyy olla, että laittaa aukonreunasta.*

Suurimman mahdollisen lentokorkeuden rajoitus 150 metriin maanpinnasta nähtiin riittävän useimpiin käyttötarkoituksiin ja myös tämän rajoitteen kohdalla ilmatilan varaaminen tiedettiin keinoksi lentää korkeammalla. Korkeammalla lentämiseen ei käytännön lentotyötä tehneillä ollut ollut tarvetta. Teknisesti kuvaustoiminnassa kuvan laadun uskottiin heikenevän liikaa korkeammalle mentäessä. Tutkijoiden kanssa keskusteltiin korkeuden vaikutuksesta tutkittavien asioiden näkymiseen tai analyysien onnistumiseen, eikä heidän mukaansa perustetta korkeammalle nousemiseen ollut. Toki tutkimuksissa oli lennetty muun muassa 400 metrin korkeudesta, mutta normaalilla kuvauskalustolla aineiston laadun ei nähty olevan riittävän tarkkaa.

Lentäminen lentokenttien lähialueella ja siihen liittyvät rajoitteet mainittiin yhdeksi toimintaa rajoittavaksi säännöksi. Jyväskylän seudulla toimiva haastateltava totesi lentotoiminnan erityisesti Jyväskylän lentoaseman lähialueella olevan haasteellista, koska alueella lentäminen vaatii joka lennolla yhteydenoton lennonjohtoon. Myös pääkaupunkiseudulla toimivat (2) pitivät toimintaympäristöä haasteellisena Helsinki-Vantaan lentokentän läheisyyden ja vilkkaan lentoliikenteen vuoksi. Siellä jatkuvasti muuttuvat käytännöt ja huomattavat rajoitteet lentokorkeuksissa olivat jonkin verran vaikuttaneet yhden haastateltavan RPAS-liiketoimintaan.

*Kattelin, että se on sen alle viisi kilometriä Helsinki-Vantaan kentästä. Soitin sitten ja kysyin mikä tilanne? sinne Finaviaan. Kyllä se mahdollista on, mutta korkeus on 15m, sen korkeammalle ei saa mennä. (h4)*

Lentokenttien lähialueiden käytännöt olivat haastateltavilla tiedossa ja osa toimijoista (4) oli ollut säännöllisesti yhteydessä lennonjohtoon. Lennonjohdon suhtautuminen RPAS-toimintaan, tietämys ja RPAS-toiminnan lupakäytännöt tuntuivat vaihtelevan alueittain.

Tulevasta EU-tason lainsäädännöstä keskusteltiin lähes kaikkien haastateltavien kanssa. Tietoisuus tulevasta vaihteli aika paljon eikä useimmilla tunnut olevan tietoa mitä muutokset voisivat olla. Yleisesti oltiin sitä mieltä, että säädäntö tulee kiristymään ja jonkin tasoista lentolupakirjaa tullaan vaatimaan. Toimijat näkivät asian positiivisena. He näkivät lupakirjan kasvavan puoli-ilmaiseksi työtä tekeviä harrastelijoita pois alalta ja tervehdyttävän näin kilpailua. EU-lainsäädännön voimaan tuloon uskottiin tulevan siirtymäaika, eikä kukaan pelännyt kiristyvän lainsäädännön pilaavan heidän liiketoimintaedellytyksiä. Toisaalta useamman (4) haastateltavan mielestä lainsäädäntö tulisi vaikuttamaan esimerkiksi maanviljelijöiden tai metsäomistajien omatoimiseen RPAS-toimintaan negatiivisesti.

Fyysisen toimintaympäristön osalta merkittäviksi haasteiksi nähtiin ympäristö, jossa erityisesti metsäalalla toimitaan. Puusto muodostaa usein näköesteen toiminnalle ja tuo riskejä turvallisuudelle. Tähän eräs haastateltava esitti ratkaisuksi hybridilaitteita, jotka nousevat ja laskeutuvat kuten helikopteri, mutta lentävät kuten kiinteäsiipinen ilma-alus. Kauko-ohjaustähystäjää oli jonkin verran käytetty, mutta se vaatisi toisen ihmisen mukaan kuvauslennolle ja nostaisi näin kustannuksia huomattavasti.

*Tähän mennessä itse yrittänyt pärjätä, Tietenkin jos metsäpuolella isompia tai hankalaa ympäristöä, missä näköyhteys huono, niin tarvitaan jotain ratkaisuja. Jotta saisi edes avoimen näköyhteyden verran kuvattua metsässä niin vaatii jo jotain toimenpiteitä (h5)*

Sääolosuhteet nähtiin myös toiminnan haasteiksi. Suomen talviset olosuhteet tuovat haasteita kalustolle ja käyttäjälle. Laitteiden ominaisuuksien uskottiin kehittyvän sellaisiksi, että pakkanen ja vesi eivät tulevaisuudessa haittaa lentämistä ja käyttäjää pidettiin heikompana lenkkinä kuin laitteistoa. Toisaalta huonoissa olosuhteissa ei haastateltavien mukaan saada hyvää aineistoa kuvatuksi ja käyttö painottuukin luonnonvara-alalla kesäkaudelle.

### 6.3 Käyttö ja sovelluskohteet luonnonvara-alalla

Haastatteluissa tuli hyvin vastauksia luonnonvara-alan sovelluskohteisiin. Vastaukset painottuivat vahvasti metsä- ja maatalouteen, mutta myös rakennetun ympäristön mallintamiseen ja ympäristöntarkkailuun liittyviä sovelluskohteita löydettiin. Tämän lisäksi tuli paljon yksittäisiä sovelluskohteita, joiden merkitys tälle tutkimukselle katsottiin hyvin pieneksi. Nämä jätettiin kokonaan käsittelemättä tai liitettiin suurempiin kokonaisuuksiin. Toisaalta voidaan ajatella, että esimerkiksi havainnekuvien tai videoiden kuvaaminen soveltuu moneen käyttötarkoitukseen, niin luonnonvara-alalla kuin muuallakin. Vastaukset teemoiteltiin metsätalouden-, maatalouden-, rakennetun ympäristön- ja ympäristön sovelluskohteet otsikoi-



den alle. Sovelluskohteisiin liittyi jonkin verran teknistä kuvausta ja tekniikasta esille tulleet asiat on pyritty selvittämään kunkin aiheen kohdalla, välttämällä kuitenkin toistoa eri alan sovelluskohteiden kesken.

### 6.3.1 Metsätalouden sovelluskohteet

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
10	6	4

Metsätalouden sovelluskohteita haastateltavat toivat esiin monipuolisesti. Alan sovelluskohteista on tehty jonkin verran tutkimusta. Luonnonvarakeskus, Paikkatietokeskus sekä Helsingin yliopisto ovat olleet aktiivisia toimijoita alan tutkimuksissa. Metsäalalla nähtiin käyttötarpeen olevan monipuolista ja uskottiin käytön lisääntyvän paljon. Valmiita toimintoja ja ohjelmia metsäpuolelta ei kuitenkaan vielä löytynyt, vaan käytännön ratkaisujen ja operationaalisen toiminnan nähtiin olevan vasta tulossa. Joskin haastateltavien näkemykset sovellusten käytäntöön tulon aikataulusta vaihtelivat aika paljon. Toimijat olivat jopa jonkin verran pettyneitä, ettei metsäalalle ole vielä kehitetty ja kaupallistettu valmiita ohjelmistoja tai laitteita.

#### Tarkastukset ja tuhoinventoinnit

Yleisimpänä (9) sovelluskohteena nähtiin erilaiset tarkastukset ja inventoinnit. Useat haastateltavat (5) mainitsivat myrsky- tai hyönteistuhojen etsimisen helposti toteutettavana sovelluskohteena. Toisaalta tuli esille myös, että hyönteistuhojen kohdalla tekniikka antaisi mahdollisuuden löytää jo tuholaiten heikentämät puut, jolloin vaikutusmahdollisuudet tuhojen leviämiseen ovat paremmat. Myrskytuhojen kartoituksessa erityisen hyväksi nähtiin mahdollisuus tarkastella metsäalueita ilmasta heti myrskyn jälkeen. Tällaisissa tilanteissa maastossa liikkuminen voi olla vaikeata ja toisaalta ilmasta käsin voidaan havaita yksittäisiäkin kaatuneita puita, joiden etsiminen muuten olisi hidasta.

*Lentokonekuvaus ja keilaus on jäykkiä. Tarvitsee tietyt olosuhteet ja täytyy tehdä ennakkosuunnitelmat, eikä niitä voi tällaiseen ad hoc tyyppiseen käyttää. Esim. mitä tulee mieleen, niin metsätuhot. Myrskytuhoalueiden kartoitus maastotyönä on hankalaa, koska maastossa ei oikein pysty kulkemaan, jos tällainen tarve tulee, niin se on yksi nopea tarve. (h3)*

Tuhojen kartoituksessa menetelmät jaettiin kolmeen eri tapaan, toimintaperiaatteen mukaisesti. Yksinkertaisemmassa kartoituksessa tuhoja etsitään reaaliaikaisesti lentämällä tutkittavan alueen yläpuolella ja katso-

mallalla kameran kuvaa lennon aikana. Toisessa tavassa tehdään kartoituslento, jossa useista eri kuvista yhdistellään lennon jälkeen suurempia kuvia ja näistä kuvista voidaan myrskyn aiheuttamia tuhoja tarkastella tietokoneella. Näihin yksinkertaisiin menetelmiin riittää haastateltavien mukaan niin sanottu halpiskopteri ja RGB-kuvat, eli normaalit digitaaliset valokuvat.

*Myrskytuhojen kartoituksessa tietysti hyvinkin monenlaiset kalustot on tehokkaita. Voisi kuvitella, että ihan korkeusmalli stereokuvilta ja jos on olemassa joku aineisto, mihin verrataan sieltä voi aika helposti löytää mistä puita on kaatunut. (h2)*

Vaativammissa menetelmissä käytetään kalliimpia laitteita ja erilaisia sensoreita, kuten NIR-kameraa, multispektrikameraa, hyperspektrikameraa tai laserkeilainta. Nämä menetelmät ovat vielä tutkimuksen asteella, mutta tulokset ovat haastateltavien mukaan olleet lupaavia. Epäselvää kuitenkin vielä oli, millä menetelmällä tuhoja voidaan tulevaisuudessa selvittää kustannustehokkaasti.

*Eri taudit ja tuholaiset, se on sitten ne tietyt aallonpituusalueet ja kuinka ne löytyy, tarvitaanko hyperspektrikameraa, vai riittääkö multispektri, riittääkö lähi-infra vai pelkkä RGB? Se on sitten aina sovelluskohtaista. Näitähän sitten, nyt kun tutkimus koettaa selvittää puustojen ja tuholaiden näkyvyyttä. (h2)*

Tarkastuksista puhuttaessa useat (5) haastateltavat mainitsivat työnjäljen tarkastuksen. Työnjäljen osalta käyttötarkoitukset hieman vaihtelivat. Käyttämällä RPAS-laitetta, voidaan tarkastaa työnjälkeä esimerkiksi hakkuutyömaalla tai toisaalta valvoa työntekijän tekemää työtä vaikkapa taimikonhoidossa tai istutustyössä. Kolme vastaajista oli ollut mukana puunkorjuun työnjäljen tarkastamiseen liittyneissä tutkimuksissa ja sen nähtiin olevan mahdollista tarkalla kameralla tai laserkeilaimella varustetun RPAS-laitteen avulla. Tutkimukset tältä osin olivat vielä kesken, mutta toteutus nähtiin erittäin todennäköiseksi. Kilpailevana menetelmänä tässä nähtiin metsäkoneeseen sijoitettu laserkeilain. Eräs haastateltava kuitenkin totesi, ettei kaikkiin metsäkoneisiin tule laserkeilainta lähivuosina, johtuen keilainten korkeasta hinnasta.

Taimikonhoidon tai muun metsurityön kohdalla tarkastusten nähtiin olevan työn tekemisen varmistamista ja työn jäljen arviointia. Tämän sovelluskohteen arvioitiin olevan toteutuskelpoinen ja edellistä yksinkertaisemmin toteutettavissa.

*Metsissä tehtävien töiden laadunvalvonta ja varmistaminen on yksi. Nythän puhutaan paljon metsänhoitotöiden omavalvonnasta. Monessa organisaatiossa on käytössä, että metsurityön jälkeä mittaa tyy-*

*pillisesti taimikonhoidossa, maanmuokkauksessa ja istutuksessa. Ote-  
taan koealaoja ja määritetään jäävää puustoa ja vastaako se normeja  
ja samoin istutusmuokkausjälkeä ja istutettujen taimien määrää voi-  
daan kontrolloida. Taimikonhoidossa yks väline joka voisi toimia olisi  
drone, lennökkikartoitus, jolla voidaan kartoittaa tehty alue ja varmis-  
taa se työn laatu. Kun riittävän alhaalta lennetään, niin saadaan aika  
hyvä kuva. (h3)*

Tarkastusten yhteydessä kuvatulla materiaalilla nähtiin myös olevan käyt-  
töä metsänomistajan kannalta. Hänelle syntyisi samalla aineistoa omista  
metsistään ja tehdyistä töistä. Myös palveluille, jossa metsänomistaja saisi  
havainnekuvaa metsissään tehdyistä töistä tai yleensäkin metsien tilasta,  
nähtiin mahdollisuuksia.

### **Metsävaratieto ja metsänmittaus**

Keskusteltaessa metsävaratiedon tuottamisesta RPAS-laitteilla, haastatel-  
taviin mielipiteet vaihtelivat jonkin verran. Osa tutkijoista (2) oli sitä  
mieltä, että metsävaratieto tuotetaan tulevaisuudessa laserkeilauspohjai-  
sesti, kuten se nykyäänkin tuotetaan. Perusteena oli menetelmän edulli-  
suus ja jo valmiiksi kehitetyt menetelmät.

*”Laserilla inventoidaan isoja alueita kerrallaan, 100 000 ha jne. Niissä  
lennokin käyttömahdollisuudet rajalliset. Perustyö on nyt ja tulee ole-  
maan jatkossakin laserkeilaustyötä” (h3)*

RPAS-laitteiden käyttöä laajamittaisesti metsäninventointiin tai metsäva-  
ratiedon tuottamiseen ei nähty kuitenkaan teknisesti mahdottomaksi,  
vaan pikemminkin niin, että tekniikan kehittyessä se tulisi mahdolliseksi ja  
nyt olemassa olevat esteet voitaisiin poistaa, jos haluttaisiin. Eräs haasta-  
teltava visioi tulevaisuutta hieman pidemmälle ja uskoi suuren määrän pie-  
nempiä RPAS-laitteita voivan yhdistää voimat ja tuottaa tehokkaasti aineis-  
toa suureltakin alueelta.

*”Sitä [metsävaratiedon tuottamista] jos ruvetta tekemään, siinä olis  
pullonkauloja. Mutta mikään ei teoriassa estäisi, vaikka koko Suomea  
kattamasta. Kehitys on menossa siihen, että lennokit yleistyy. Hyvin  
pitkälle olis päästävissä sellaisella, mitä verkkokaupasta saa alle ton-  
nilla, sillä tiedolla mitä se tuottaa. Niitä olis helppo hankkia vaikka  
2000 ja mitä pitemmälle robotiikka ja automatiikka kehittyy, niin niitä  
voisi parvena panna pörräämään” (h8)*

Eräs asiantuntija näki metsävaratiedon tuottamisen kohdalla RPAS-  
laitteille käyttöä tukiaineistojen tuottamisessa. Laitteilla saataisiin tarkkoja  
tietoja laserkeilaus-aineiston opettamiseen, jolloin tällä hetkellä aikaa vie-  
vää maastotyötä voitaisiin vähentää. Tämän hetken tekniikan toimivuus-  
desta ei tosin toisen alan asiantuntijan mukaan ollut vielä tutkimuksilla  
osoitettua näyttöä, vaan hänen mielestään maasto-laserkeilaimet tulevat

olemaan tukiaineistojen keräämissä todennäköisempi vaihtoehto. Metsävaratiedon tuottamissa ongelmallisiksi kohteiksi tiedetyt nuoret metsät ja taimikot sen sijaan olivat kummankin aiheen asiantuntijan mielestä RPAS-laitteille soveltuvia kohteita.

*Nimenomaan kun laserkeilaus ei anna taimikoissa riittävää tietoa. Maastotyönä tarkistettu ja määritetty puustoja ja toimenpide-ehdotuksia. Siinä, voisi tällainen lennokka toimia (h3)*

Toisaalta pienten alueiden metsävaratiedon mittaus tai olemassa olevan tiedon tarkentaminen ja toimenpidetarpeen määrittely nähtiin hyvinkin soveltuvan RPAS-laitteilla tehtäväksi. Useat haastateltavat (4) mainitsivat pienimuotoiset suunnitelmat ja nopeaa reagointia vaativat tehtävät soveltuviksi RPAS-toimintaan. Metsäsuunnitelmia tehtäessä toimenpidetarpeiden määrittely nähtiin myös mahdolliseksi ja tarpeelliseksi.

*Sitten tietysti tällainen tarve, joka voisi olla metsäpalveluyrittäjän työkaluna, jos lähdetään tekemään metsäsuunnitelmaa. Esim. metsävaratieto pohjana ja tarve tarkentaa, ja pienen tilan inventoinnista kyse, niin ajatuksen tasolla lennokka metsävaratiedon tarkentaminen suunnitelmaksi. (h3)*

RPAS-laitteiden soveltamista metsän puuston mittaukseen eli metsän inventointiin, pidettiin tällä hetkellä käytännön tasolla haasteellisena. Valmiita ohjelmia tai menetelmiä inventointiin ei markkinoilla ole vielä tarjolla, vaan menetelmät ovat vielä tutkimuksen tasolla. Erityisesti toimijat odottivat, että toimintaan saataisiin ohjelmia, joiden avulla metsän inventointi olisi mahdollista. Heidän näkemyksensä oli, että tällaiselle toiminnalle olisi tilausta asiakkaiden puolelta. Teknisesti inventoinnin haasteeksi nähtiin, ettei ylhäältä käsin nähdä metsän sisälle fotogrammetrisin menetelmin eli kameraa apuna käyttäen, vaan menetelmissä joudutaan puuston tunnuksia laskemaan latvusten perusteella.

### **Muita metsäalan sovelluskohteita**

Erilaisten tilavuuden mittausten tai kartoitusten nähtiin olevan yksi potentiaalinen käyttökohde. RPAS-kartoituksia käytetään yleisesti maamassojen tilavuuksien mittaamiseen esimerkiksi hiekkakuopilla ja tämän useat (4) haastateltavat mainitsivat. Metsäalalla mitattavia kohteita voisivat kolmen haastateltavan mukaan olla hake- ja purukasat tai turveaumat. Kasan tilavuuden mittaamisessa RPAS-kartoitus nähtiin nopeaksi ja käteväksi menetelmäksi. Metsässä kulkevien sähkölinjojen tarkastukset tulivat esiin potentiaalisena kohteena, mutta olemassa oleva näköyhteysvaatimus nähtiin tämän sovelluskohteen haasteena. Tehokkaassa toiminnassa laitteella pitäisi pystyä lentämään kauaksi käyttäjästä. Metsän terveyslannoitusten tekeminen nousi yhdessä keskustelussa idean tasolla esiin ja sitä toivottiin tutkittavaksi.

### 6.3.2 Maatalouden sovelluskohteet

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
10	5	5

Suurin osa haastateltavista (7) nimesi maatalouden keskeiseksi käyttökohdeeksi. Siellä nähtiin olevan paljon sovelluskohteita ja tekniikan uskottiin mahdollistavan erittäin monipuolisen tiedon tuottamisen. Maataloudessa ilmakehä ja yleensäkin mahdollisuus tarkastella pelloja ilmasta käsin auttaa hahmottamaan asioita ja tarkkailemaan kasvukauden aikaista kehitystä. Perusideaa kuvaa hyvin erään haastateltavan kommentti.

*Silmät saa 150 metriin ja sieltä näkee paljon enemmän, kun pellon laidalta. (h12)*

Haastateltavat näkivätkin maataloudessa sovellukset, joko reaaliaikaiseksi silmämääräiseksi tarkasteluksi ja yksittäisten kuvien ja videoiden ottamiseksi tai sitten eri tekniikoilla tehtäviksi RPAS-kartoituksiksi. Maataloutta koskevissa haastatteluissa käytettävät tekniikat ja niillä saatavat tulokset nousivat keskeisesti esille. Toisaalta haasteena nähtiin Suomen pienet pinta-alat ja kysymys siitä, mistä löytyy maksaja mahdollisille käyttökohteille?

Kartoituskuvauksen ideana maataloudessa, on tuottaa kuvia analysoimalla tietoa viljelijän käyttöön. Sovelluskohteista puhuttaessa termi täsmäviljely nousi usein esiin ja kartoituksilla pyritäänkin yleensä tuottamaan aineistoa täsmäviljelyn tueksi. Tuotettuja karttoja voidaan käyttää hyödyksi muun muassa lannoituksissa, kasvinsuojeluaineiden ruiskutuksissa, kylvöjen ajoituksissa, pellon kosteusolojen arvioinnissa ja pinta-alojen mittaamisessa. Yhden haastateltavan kanssa käytiin pitkä keskustelu tekniikan mahdollisuuksista ja erilaisten sensorien soveltuvuudesta maatalouden käyttöön. Kartoituksen kohdalla RPAS-laitte nähtiin alustana sensoreille, joiden avulla kerätään tietoa viljelyksistä. Samanlaisia sensoreita voidaan käyttää perinteisestä lentokoneesta tai satelliitista käsin, eikä menetelmässä vaadita välttämättä RPAS-laitetta. Kuitenkin kustannuksiltaan ja käytön helpoudeltaan RPAS-laitteet nähtiin erittäin sopivina korvaamaan perinteiset ilma-alukset ja toisaalta satelliittikuvien tarkkuus ja laatu eivät kaikkien haastateltavien mukaan ole riittävän hyviä. Satelliittikuviin liittyvistä ongelmista eräs tutkija mainitsi Suomen pilviset säät, pilvisenä päivänä satelliittikuvaan ei tallennu lainkaan käyttökelpoista tietoa.

Yksinkertaisen, valokuvaan perustuvan kartoituksen käytännön sovelluskohteiksi mainittiin kylvön onnistumisen seuraaminen. Tilannetta voidaan seurata yksinkertaisesti ilmasta saatavia kuvia silmämääräisesti analysoi-

den. Samalla tavalla voidaan arvioida pellon kosteusoloja ja salaojien toimivuutta. Erilaisissa maatalouden valvontatoimissa RPAS-kartoituksille nähtiin paljon käyttöä. Sen uskottiin tehostavan toimintaa, antavan asiantuntijoille lisää tietoa ja vähentävän manuaalista työtä.

*Olisi siinä potentiaalia, kun ajattelee mitä sillä lennolla saa, niin siitä tulee täydellinen digitaalinen tieto siitä tilasta, verrattuna siihen, että siellä käydään kävelemässä ja mittaamassa jotain nurkan paikkoja. Järkeistäisi sitä hommaa että asiantuntijat voisivat keskittyä analysoimaan kerättyä aineistoa ja arvioimiseen. (h5)*

Kartoituskuvausten tekniikan osalta erityisesti kahdella tutkijalla oli hyvinkin tarkkoja tietoja sensoreiden soveltumisesta eri töihin. Tämän lisäksi myös käytännön toimijat olivat perehtyneitä aiheeseen ja tiesivät, millaista kalustoa maatalouden kartoituksiin tarvitaan. Yhdelle toimijalle oli kesällä 2017 tulossa käyttöön erityistä maatalouden käyttökohteisiin suunniteltua RPAS-kalustoa.

Kartoituskuvausten perustehtävänä on tutkijoiden mukaan selvittää kasvuston kunto, jota kuvataan NDVI-indeksillä. NDVI indeksi on laskettavissa NIR- eli väärävärrikameran tuottamasta kuvasta. Tällaisia karttoja voidaan käyttää lisälannoitustarpeen määrittämiseen. Tämän nähtiin kiinnostavan viljelijöitä, koska tehokkaalla lannoituksen kohdentamisella saadaan aikaan kustannussäästöjä. Menetelmää verrattiin maataloudessa käytössä olevaan Yara N -sensoriin, joka kiinnitetään lannoitusta tekevän traktorin katolle. Sensori havainnoi peltoa ja säättää typpilannoitteen määrää tarpeen mukaan. Sensoreita ei kuitenkaan ole haastateltavien (2) mukaan Suomessa vielä käytössä kuin noin kymmenen kappaletta ja ne ovat aika kalliita. Lisälannoituksen tarvetta voidaan tutkijoiden mukaan selvittää myös edullista RPAS-kalustoa ja tavallista RGB-kameraa käyttämällä. Kartoitusohjelmistot analysoivat kerätyn kuva-aineiston ja tuottavat riittävää aineistoa käytännön toimenpiteisiin.

*Niinku kohtuullisen käyttökelpoista aineistoa saa jo ihan tonnin peruskoptereilla plus perus RGB-kamera. Et sitten, tuota infrapuna-alueen jos saa siihen modattua, niin sit saa vähän enemmän vielä irti. Mut noissa oikeastaan niinku nää halvemmatkin infrapunakamerat riittää aika pitkälle. (h2)*

Peruskopterilla tässä tarkoitettiin kaupasta saatavaa kuvauskopteria, joista esimerkkinä käytettiin DJI Phantom -sarjaa. Tällaisen kopterin kamera oli kahden haastateltavan mukaan muokattavissa infrapunasuodatin poistamalla tai linssiä vaihtamalla sellaiseksi, että se tallentaa näkyvän valon lisäksi myös lähi-infrapuna-aallonpituuksia. Toisaalta osalla toimijoista (2) oli käytössään valmistajan toimesta muokattu väärävärrikamera, jolla heidän mukaansa tulokset ovat luotettavampia, kuin jälkikäteen muokatuilla kameroilla.

Tuholaisten ja yleensäkin viljelyssä sattuneiden tuhojen tai rikkakasvien havaitsemista ja kartoittamista pidettiin astetta haasteellisempänä asiana ja sen nähtiin vaativan kalliimpia tai monimutkaisempia sensoreita ja käsittelymenetelmiä. Multispektri- ja hyperspektrikameroilla kyetään tutkimaan pelloilta asioita, joita ei silmällä nähdä. Multispektrikamera tallentaa useita eri aallonpituusalueita, kun taas hyperspektrikameralla pystytään tallentamaan satoja eri aallonpituusalueita. Tutkijat sekä osa RPAS-toimijoista kertoivat näiden kameroiden mahdollisuuksista maataloudessa. Multispektrikameroita käytetäänkin paljon, mutta Suomessa niiden käyttäminen ei ole vielä yleistynyt. Hyperspektrikameran käyttämistä kuvasi erä haastateltava näin.

*Liippaa läheltä NDVI kuvausta, mutta paljon tarkempaa. Päästään eri aallonpituusalueille ja saadaan enemmän vastauksia. (h9)*

Toisaalta hyperspektrikuvien käsittelyä pidettiin erittäin vaativana ja laitteistolta laskentatehoa vaativana operaationa. Tämän ja laitteistojen hinnan vuoksi hyperspektrikameroiden käyttäminen on vielä tällä hetkellä tutkijoiden tekemää työtä, eikä niillä välttämättä tulla tekemään jokapäiväistä työtä. Tästä hyvänä kuvauksena on tutkijan tulkinta multispektrin ja hyperspektrin käytännön eroista.

*Mää oon mieltänyt sen niin, että jos hyperspektrikameralla saa jonkin tietyn ominaispiirteen, jota etsitään niin hyvin löytymään ja tiedetään tarkkaan ne aallonpituusalueet, jotka on kriittisiä jonkun tietyn ilmiön kannalta, niin tällainen multispektrikamera joka on 10 kertaa edullisempi, niin jos sen aallonpituusalue on just sopiva, niin se voi toimia erittäinkin hyvin, mut se sovelluskohde on hyvin rajoittunut siihen ominaisuuteen mitä haetaan. (h2)*

Vaativammista tekniikoista mainittiin laserkeilain RPAS-laitteen sensorina, mutta sen käyttö on vielä tutkimuksen tasolla, osin hinnoista johtuen. Yhden tutkijan mukaan laserkeilaimella voitaisiin määrittää peltojen biomassaa ja näin ollen esimerkiksi arvioida nurmisadon määrää.

Haastatteluissa keskusteltiin lannoituksen tai kasvinsuojeluaineiden ruiskutusten toteuttamisesta RPAS-laitteilla. Ruiskutuksia tehdään haastateltavien mukaan useissa maissa ja järeämmällä kalustolla on päästy hyviin tuloksiin esimerkiksi riisin viljelyssä. Suomessa ruiskutusten tekemisen estää kuitenkin kasvinsuojelulainsäädäntö.

### 6.3.3 Rakennetun ympäristön sovelluskohteet

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	RPAS-toimija
8	3	5

Puistojen ja yleensäkin rakennetun ympäristön suunnitteluun RPAS-laitteiden käyttö soveltuu haastateltavien mukaan hyvin. Työelämän toimijat eivät haastateltavien mukaan vielä osaa hyödyntää RPAS-tekniikan tuomia mahdollisuuksia. Kolme toimijaa oli tuottanut aineistoa pihasuunnittelun tueksi ja heidän näkemyksensä oli, että jo pelkkä ilmasta otettu valokuva tuo suunnittelijalle todella paljon informaatiota, verrattuna maasta otettuihin kuviin. Ilmakuvaä käytetäänkin haastateltavien mukaan jo jonkin verran apuna suurempien rakennusten ympäristöjen tai jopa kokonaisten asuinalueiden suunnittelussa. RPAS-kuvan eduiksi mainittiin suunnittelussa erityisesti reaaliaikaisuus. Tällä hetkellä apuaineistona käytetään usein google ilmakuvaä, joka monissa tilanteissa on vuosia vanhaa aineistoa.

*Kyllä noissa esittelytilanteissa, että kun saa houkuteltua jonkun maisema-arkkitehdin kohteen äärelle ja ajaa kopterin ylös ja näyttää näytöltä, että minne ajan, ne ihmettelee, että saako tällaisia kuvia? aivan mahtavaa! (h4)*

Mittatarkan ilmakuvaä mahdollisuuksia ja tarpeellisuutta kaupunkisuunnittelussa, liikenneväylien suunnittelussa ja maisemansuunnittelussa korostettiin paljon. Useilla kaupungeilla on omia laitteita, joita käytetään karttojen ajantasaistamiseen ja kaupunkisuunnittelun tekemiseen. Kartoituskuvaukset soveltuvat haastateltavien mukaan hyvin rakennetun ympäristön havainnollistamiseen ja siellä tarkat ja reaaliaikaiset ilmakuvat ovat toiminnan kannalta oleellisen tärkeitä.

Kartoituslennolla kerätystä kuvamateriaalista tuotetut 3d-mallit soveltuvat erittäin hyvin maisema- ja pihasuunnitteluun. Kartoituksen avulla tuotetut mallit antavat suunnittelijalle erittäin hyvää aineistoa ja vievät suunnittelu vielä paremmalle tasolle. Realistisen kuvan saamista suunnitelmiin pidettiin tärkeänä.

*Kyllähän maisema ja piha suunnittelu on pitkää toiminut 3d malleilla, joissa on objekteja, joita kokeillaan ja muokataan. Fotogrammetrian etuhan on, että se malli sitten pohjautuu siihen todelliseen tilanteeseen, valokuviin, eikä vaan sellaiseen laskennalliseen, että tuossa on tollainen palikka rakennuksena ja seinät menee tuollaisessa kulmassa jne. Se malli sitten perustuu oikeaan kuvaukseen (h4)*

3d-malleja ei kuitenkaan vielä haastateltavien mukaan käytetä paljon. Käytön yleistymisen hidasteena nähtiin olevan tietämättömyys mahdollisuuksista ja toisaalta palvelun nähtiin olevan liian kallis pienelle pihasuunnitteluyritykselle. 3d-mallinnuksessa nähtiin kuitenkin olevan potentiaali niin RPAS-toimijoille, kun suunnitteluyrityksillekin. Mallinnusta oli haastateltavien toimesta tehty ainakin golfkentille ja alueille, joilta puuttui korkeus-



tieto. Toisaalta kaupunkiympäristöstä löytyy haastateltavien mielestä paljon samoja tarpeita, kuin metsistä ja pelloilta. Puistopuiden kunnon arvioiminen hyperspektri tai multispektrikameroilla tai maamassojen mittaaminen olivat esimerkkejä, joissa menetelmät ovat samoja kuin metsässä tai pelloilla.

#### 6.3.4 Ympäristöön liittyvät sovelluskohteet

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
5	2	3

Ympäristön tilan tarkkailuun ja havainnointiin liittyviä sovelluskohteita tuli haastatteluissa esille jonkin verran. Vesi elementtinä oli sellainen, jonka tutkiminen ja kiinnosti monia. Osa toimijoista ja tutkijoista (3) oli ollut mukana veden laatuun liittyvissä tutkimuksissa. Tässäkin sovelluskohteessa valmiita toimintatapoja oli järeämmälle kalustolle. Lentokoneesta oli tehty tutkimusta muun muassa järvien veden laadusta ja levän määrästä. Tätä oli tutkittu hyperspektrikameralla erityisesti lentokoneesta käsin, mutta myös RPAS-laitteella. RPAS-laitteen eduksi tässä nähtiin mahdollisuus kehittää käytäntö, jossa myös vesinäyte otettaisiin kuvausten kanssa samalla RPAS-laitteella, dippaamalla jokin anturi veteen. Suurilla vesialueilla tehdyillä kartoituskuvauksilla haasteeksi oli osoittautunut kuvien yhdistäminen, silloin kun kuvissa näkyi pelkkää vettä.

*Veden spektristä, kun on hyperspektrikameraa, voidaan päätellä, paljonko siellä on levää, tai klorofylliä tai mitä levää siellä on ja sameutta. Myös näytteen otto voisi olla mahdollista. Tehdään ensin etäkartoitusta ja sitten löydetään kohteet, josta käydään ottamassa näytteitä. (h10)*

Eräs toimija oli ollut mukana lintujärven umpeenkasvun kartoituksessa. Tässä kohteessa oli kartoituskuvien avulla selvitetty levän määrää ja veden laatua. Turvesuot vaikuttavat usein ympäröivien alueiden veden laatuun ja tämän vuoksi turvetuotantoalueita tarkkaillaan hyvin paljon. Osa haastateltavista uskoi RPAS-laitteen soveltuvan tähän tarkkailuun, mutta kokemusta oli vain yhdestä tutkimuksesta, jossa ei kuitenkaan oltu päästy hyviin tuloksiin. Turvetuotannon osalta turveumojen tilavuuksien mittaaminen nähtiin käytännössä toimivaksi menetelmäksi.

Veden lisäksi ilmanlaatumittaukset ja päästöjen mittaaminen tulivat haastatteluissa esiin. Tästä esimerkkinä käytettiin laivojen päästömittauksien tekemistä, johon Suomesta löytyy erityisosaamista sekä tätä käytännössä tekevä yritys.

## 6.4 Laitteistot, ohjelmistot ja käyttäjät

Laitteiston kohdalla haastatteluissa keskusteltiin erilaisten RPAS-laitteiden tekniikasta ja niiden soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin. Erityisen paljon keskustelua syntyi niin sanottujen harrastus- ja ammattilaitteiden hinnoista, ominaisuuksista ja niiden käytön kannattavuudesta. Ohjelmistojen kohdalla keskityttiin etupäässä erilaisten kartoitusohjelmien ja kartoituskuvausten analysointiohjelmien toimintoihin, käytettävyyteen, ja hintoihin. Myös laitteiden käyttäjistä keskusteltiin tässä kohdassa.

### 6.4.1 Laitteistot

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
10	4	6

Laitteisto jaetaan toimintaperiaatteen mukaan pyöriväsiipisiin- ja kiinteäsiipisiin laitteisiin. Pyöriväsiipiset ovat selkeästi yleisempiä laitteita ja suurin osa keskusteluista käytiinkin niiden tekniikkaan liittyen. Kiinteäsiipisistä laitteista keskusteltiin neljän haastateltavan kanssa. Heidän näkemyksensä oli, että lopputuloksen kannalta ei ole väliä millä toimintaperiaatteella laite lentää, mutta lennättämisen kannalta laitteistoissa on suuria eroja. Lento-onlähtö ja laskeutuminen ovat kiinteäsiipisillä vaikeampia ja vaativat enemmän avointa aluetta kuin pyöriväsiipiset laitteet. Kokemukset kiinteäsiipisistä vaihtelivat hieman ja lento-onlähtö oli onnistunut joidenkin laitteiden kohdalla ihan kädestä heittämällä. Laskeutumista kaikki pitivät hieman haasteellisena, mutta eräs haastateltava suhtautui asiaan niin, että laskeutumisessa rikki menneet siivet on helppo liimata takaisin paikoilleen ja että kiinteäsiipisten EP-muovirakenne on kestävä ja helppo korjata. Kiinteäsiipisten toimintasäde on pidempi, mutta sääntöjen mukaisessa VLOS toiminnassa tästä ei kuitenkaan nähty olevan merkittävää etua. Pyöriväsiipisen etuna pidettiin helppoa lento-onlähtöä ja laskeutumista. Lisäksi sillä pystytään lentämään vaikeisiin paikkoihin ja pysähtymään kuvaamaan haluttua kohdetta, kun taas kiinteäsiipisen laitteen on oltava koko ajan liikkeessä. Kiinteäsiipiset soveltuvatkin haastateltavien mielestään parhaiten laajojen alueiden kartoitukseen, silloin kun ympäristö ei aiheuta näköestettä VLOS toiminnalle.

Kaikilla haastateltavilla oli näkemystä laitteistojen käyttökelpoisuuteen, laatuun ja soveltumiseen eri käyttötarkoitukseen. Mielenpisteet laitteiden käyttökelpoisuudesta ja soveltuvuudesta eri tarkoituksiin kuitenkin poikkesivat jonkin verran. Pääperiaatteena lähes kaikki (9) pitivät jakoa harrastus- ja ammattilaitteisiin oleellisena. Toisaalta suoraa linjausta harrastus- ja ammattilaitteiden välille ei osattu tehdä. Useat haastateltavat (5) toivat esiin, että harrastuslaitteella, joilla usein tarkoitettiin DJI Phantom -sarjan taseisia laitteita, voi tehdä samoja asioita, kun kalliimmillakin laitteilla, tuotos ja laatu vaan jäävät alhaisemmiksi.

*Sanotaanko näin, että pienemmässä mittakaavassa voi tehdä samoja juttuja. Jos lähdetään tekemään tunteja ja hehtaareita oikein, niin silloin pitää miettiä se asia uudestaan. Niin ei se pienemmässä mittakaavassa ja lyhyemmässä sessiossa se laatu ole sen huonompaa pienemmillä vehkeillä. (h5)*

Toisaalta ammattilaitteiden odotettiin olevan toimintavarmempia ja niiden huollon uskottiin toimivan paremmin. Esimerkiksi Geodrone laitteella operoivat toimijat (3) kertoivat huollon olevan nopeaa ja yhteydenpidon valmistajaan joustavaa ja nopeaa. Halvempien laitteiden takuuhuoltojen kerrottiin kestävän joskus hyvinkin pitkään, huollon sijaitessa jossain päin Eurooppaa. Varmuus työtä tehdessä nostettiin esiin, niin turvallisuuden, kun työn tuottavuuden osalta.

*On kahden laisia, harrastusvehkeitä ja ammattilaitteita. Harrastusvehkeellä saa lähes samaa laatua. Turvallisuus ammattilaitteissa. Markettin vehkeet tulee useimmin alas taivalta. Huolto myös huonompi. (h9)*

Ammattilaitteiden ja harrastuslaitteiden erona pidettiin usein hintaa tai merkkiä. Osa toimijoista (2) oli sitä mieltä, että niin sanotulla markettilaitteella liiketoiminnan tekemisestä menee uskottavuus ja toisaalta osa (2) ihmetteli, kuinka yli kahdenkymmentuhannen euron arvoisella laitteella operoidessa toiminta saadaan kannattamaan. Myös laitteiden ominaisuuksissa nähtiin olevan eroa. Ammattilaitteiden muokattavuus ja mahdollisuus erilaisten sensorien kiinnittämiseen nähtiin yhtenä suurena erona. Tämän lisäksi ammattilaitteiden paremmista ominaisuuksista mainittiin säänkesto eli mahdollisuus käyttää laitetta hyvinkin tuulisessa säässä tai pakkasella. Toiminta-aikoja vertailtaessa moni (5) näki harrastuslaitteiden toiminta-aikojen pitenevän nopeasti ja tätä asiaa ei nähty enää oleellisena erona.

#### 6.4.2 Ohjelmistot

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
7	4	3

Ohjelmistojen kohdalla keskityttiin lähinnä kartoitus ja mallinnusohjelmiin ja niiden ominaisuuksiin, sekä pohdittiin luonnonvara-alan ongelmien ratkaisuun tarvittavien ohjelmien puutetta. Kartoituskuvausten tekemiseen on eri valmistajilla omia sovelluksiaan ja osalla haastateltavista oli kokemuksia ja näkemyksiä ohjelmien toimivuudesta. Näkemykset vaihtelivat hieman käyttäjästä ja laitteistosta riippuen. Osa (4) piti laitteen ohjaimessa kiinni olevaan tablet-tietokoneeseen asennettuja ilmaisia tai edullisia lennon suunnitteluohjelmia kätevinä ja täysin riittävinä lennon toteuttami-

seen. Toiset (4) taas luottivat erilliselle pc-tietokoneelle asennettaviin ohjelmiin. Niitä pidettiin luotettavampina ja tarkempina. Erillisen tietokoneen kuljettamista maastossa kuitenkin pidettiin näiden ohjelmien huonona puolena.

Kartoitusten analysointiin ja 3d-mallien laadintaan nähtiin olevan useita eri ohjelmia ja ohjelmatyyppejä. Ohjelmat jaettiin pilvipalveluihin ja pc-ohjelmiin. Pc-ohjelmista keskeisimmiksi nousi Pix4d ja Agisoft Photoscan. Näistä useimmilla haastateltavilla oli kokemusta ja ohjelmien nähtiin tuottavan laadukasta ortoilmakuvaa, pistepilviä ja 3d-malleja. Näiden kahden välille ei osattu tehdä kovin suuria eroja, vaan käytön ratkaisi usein mieltymyserot. Kaksi haastateltavaa kuitenkin näki Pix4d:n nopeammin kehittyväksi ohjelmaksi ja usko i sen olevan tulevaisuudessa parempi. Pilvipalveluista haastateltavat mainitsivat seuraavat: Autodesk Recap 360, Drone Deploy, Maps Made Easy ja Pix4d. Näistä Drone Deploy oli ollut käytetyin ohjelma ja siinä todettiin olevan erityisesti maatalouteen soveltuvia valmiita analyysitoimintoja. Eräs haastateltava oli mallintanut rakennettua ympäristöä ja tehnyt vertailuja eri palveluiden välillä.

*Käytin siinä viittä ohjelmaa. Kaksi osasi tehdä kunnon 3d ja 2d kuvan. Kaksi tai kolme ei osannut. Riippuu vähän projektityypistä, ne on hiottu eri tavoin. (h1)*

Tässä testissä havaintona oli ollut, että eri ohjelmat on suunniteltu eri ympäristöjen mallintamiseen ja sen vuoksi esimerkiksi metsän ja rakennusten mallintamiseen kannattaisikin käyttää eri ohjelmia. Ohjelmiin perehtymisen hyväksi puoleksi mainittiin kaikista löytyvät kokeiluversiot ja muun muassa Autodesk Recap 360 ja Maps Made Easy -ohjelmien kerrottiin analysoivan pieniä aineistoja ilmaiseksi. Pilvipalveluissa toimivat ohjelmat mainittiin helpoiksi käyttää ja niiden kehityksen uskottiin olevan nopeaa.

*Drone deploy on osoittautunut helpoksi ja nopeaksi. Sinne lähetetään datat ja saa käyttöön kohtuullista aineistoa (h3)*

Luonnonvara-alan ongelmien ratkaisuun kehitettyjä ohjelmia todettiin olevan hyvin vähän. Metsäpuolelle haastateltavista yksi osasi mainita ohjelman, mutta sekin oli ilmeisesti niin vaikea käyttää, että haastateltava ei vielä ollut sitä käyttänyt. Metsäpuolen sovellukset nähtiin vaikeiksi toteuttaa, mutta niiden uskottiin vielä yleistyvän.

*Metsän puolella ei ole valmiita sovelluksia, tehtiin selvityksiä. Metsä on haastava, tutkimuksia on tehty, muttei valmiita. (h10)*

Maatalouden puolelle löytyi jonkin verran ohjelmia, lähinnä juuri lannoitekarttojen tekemiseen. Drone Deploy -ohjelman mainittiin tekevät normaalia RGB-kuvasta ja erityisesti NIR-kuvasta maatalouteen soveltuvia kart-

toja. MosaicMill-nimisen suomalaisen yrityksen kerrottiin tuottavan maatalouden tarpeisiin soveltuvaa ohjelmistoa. Kokonaisuutena kuitenkin luonnonvara-alan käyttötarkoituksiin soveltuvien ohjelmien tilannetta kuvasi haastateltavan kommentti

*Tarvitaan tietoa mitä pitäis mitata, niin pystytään automatisoimaan asioita. Pystytään toteuttamaan. Tarvitaan vielä lisää tietoa. (h10)*

#### 6.4.3 Käyttäjät

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
11	5	6

Laiteiden soveltuvuutta ja käyttötarkoitusta pohdittiin erityisesti siltä kannalta, kuka niillä operoi. Moni (6) näki harrastuslaitteen soveltuvan esimerkiksi metsänomistajan tai maanviljelijän työkaluksi ja jopa niin, että hän laite voisi olla yhteinen tai toimintaa voisi tehdä urakointityyppisesti ympäröivässä yhteisössä.

*Se on niin, että maanviljelijällä on joku Mavic Pro traktorin hytissä, jos hän näkee jotain, hän voi käyttää sitä tarkistamaan lähemmin sitä kohdetta. Kustannukset ovat liian korkeita käyttää muuta ihmistä kuin itseään. Mun ajatus on, että Suomessa vois syntyä pienet markkinat, jossa käytetään näitä laitteita, vähän kun paalikonetta tai lumiauraa, että tehdään töitä itselle ja viidelle naapurille. (h1)*

Asiaa pohdittiin hinnoittelun ja käytön ketteryuden kannalta. Useat (4) haastateltavat totesivat, että maanviljelyssä kustannus ulkopuolisella tuotetusta kuvauksesta on tällä hetkellä niin suuri, ettei kuvauksia ole taloudellista tilata. Erään haastateltavan tuttavapiirissä useat maanviljelijät olivat hankkineet edullisia koptereita avuksi arkityöhön ja haastateltava uskoikin koptereiden yleistyvän pelloilla jossain vaiheessa.

*Näkinsin että se on semmoinen tulevaisuuden juttu, että se löytyy viljelijältä jossain vaiheessa, en tiedä onko se 10 tai 40 vuotta. mutta jonkunlainen RPAS-laite tulee olemaan arkipäivää viljelijällä. (h12)*

Osa haastatelluista (4) oli kuitenkin sitä mieltä, että valokuvausta haastavimmat työt ovat ammattilaisten, eli RPAS-operaattoreiden töitä, eikä esimerkiksi metsänomistajan tai maanviljelijän kannata hankkia laitetta itselleen. Heidän näkökulmansa oli, että toiminta vaatii niin paljon opeteltavaa, tekniikka ja säännöt muuttuvat nopeasti ja toisaalta vaativampiin operaatioihin käytettävä kalusto on kallista. Yksi haastateltavista uskoi lainsäädännön muuttuvan siihen suuntaan, että ammattimaiseen lentämiseen tarvitaan lupakirja. Tämän vuoksi hän uskoi, ettei jokaisella toimijalla tule olemaan omaa laitteistoa, vaan palvelu ostettaisiin ulkopuolelta.

*Se on se joka sen lentolupakirjan omistaa, niin ne voi lennellä. Se pysyy aika rajoittuneella käyttäjäkannalla, ainakin seuraavien 5-10 vuoden aikana. (h2)*

Luonnonvara-alan toimihenkilön jokapäiväiseksi työkaluksi RPAS-laitteet nähtiin sellaisissa sovelluksissa, joissa operoidaan kevyellä ja edullisella kalustolla. Ammattilaisen sovelluskohteet olisivat erilaisia tarkastuksia, mitauksia, kuvaamista ja muiden havaintojen tekemistä. Vaativampien kartoitusten tekemisen luonnonvara-alan ammattilainen jättäisi sitten RPAS-operaattorille ja tilaisi kuvaukset tai muut lennot tarpeen tullen. Laitteen nähtiin soveltuvan auton perässä tai repussa mukana kulkevaksi työkaluksi, mutta ei jokaiselle työntekijälle. Käyttäminen vaatii osaamista ja paneutumista asiaan, joten käyttöä tulisi olla säännöllisesti. Lainsäädännön muuttumisen epäiltiin hankaloittavan tällaista jokapäiväisenä työkaluna käyttämistä.

Käyttäjistä ei saatu lopulta yksimielisyyttä, mutta kokonaisuuden voi tiivistää, että laitteen käyttäjä vaihtelee tehtävien toimintojen ja toisaalta toimialan mukaan. Pelkkiä valokuvia otettaessa nykyisellä edullisella kalustolla yksittäinen toimija ottaa kuvat itse ja vaativampaa kuvausta, videointia ja analyysiä tehtäessä toimija on RPAS-operaattori tai suurempi alan toimija, jolla on riittävä osaaminen ja kalusto. Tulevien lainsäädännöllisten muutosten nähtiin vielä ohjaavan käyttäjää lupakirjan omistajan eli RPAS-operaattorin suuntaan.

## 6.5 RPAS liiketoimintana

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
10	4	6

Liiketoimintaa koskevissa keskusteluissa alan liiketoiminnan tulevaisuutta ja kannattavuutta arvioitiin aika kriittisesti. Yleisesti oltiin sitä mieltä, että maksavaa asiakasta on tällä hetkellä vaikea löytää. Asiakkaiden tietoisuus ostettavissa olevista palveluista on huono ja toimijat joutuvatkin tekemään markkinointi ja tiedotustyötä erittäin paljon saadakseen työtilauksia. Kaikki käytännön toimintaa tehneet olivat tästä samaa mieltä. Eräs haastateltava ilmaisi asian konkreettisesti.

*Ei olis ikinä uskonut kuinka paljon pitää tehdä ilmasta työtä ja pitää mennä ihan kädestä pitäen näyttämään tai ei nyt ihan kädestä pitäen. Pitää mennä näyttää tota kopteria ihan paikan päälle ja aineistoa ja sit ne voi ymmärtää, muttei ehkä sittenkään. Myydään semmosta tai yritetään myydä semmosta et me tiedetään että ne tarvii, muttei ne tiedä itse vielä että ne tarvii. (h9)*

Hyviksi asiakkaiksi nähtiin pääasiassa suuremmat yritykset ja organisaatiot, kun taas yksityiset ihmiset tai pienet toimijat nähtiin haasteellisemmiksi asiakkaiksi. Yksityisten kohdalla rahallinen korvaus tehtyyn työmäärään nähden ei ollut riittävä. Yritysten kohdalla maksuvalmius ja maksuhalukkuus tuntuivat haastateltavien mielestä olevan parempia. Eräs haastateltava kuvasi yksityisten tai pienten organisaatioiden toimintaa ”tein itse ja säästin” -asenteeksi ja kertoikin olleensa tekemässä pienten toimijoiden itse aloittamia kuvausprojekteja loppuun. Ainakin tämä toimija uskoi suurempien toimijoiden ymmärtävän miksi jokin kuvaus tai aineiston tuottaminen maksaa ja miksi sitä ei kannata tehdä itse.

Keskustelua siitä, miltä sektorilta asiakkaita ja työtilauksia löytyy, käytiin erityisesti toimijoiden kanssa. Valokuvaus ja videontuotanto nähtiin haastavimmiksi aloiksi, koska siellä on toimintaa erittäin paljon ja mukaan sekoittuu myös alan harrastajat. Työtä nähtiin alalla olevan tarjolla, mutta kilpailu asiakkaista on kovaa.

*Ilmakuvasta asiakkaat ei ole valmiita maksamaan, kun jokaisella on joku kaveri, jolla on Phantomi, niin se riittää 90 prosenttiin keisseistä. (h11)*

*Suurin kilpailu on just tällä mitä me tehdään, markkinointi, videot ja kuvat. Muut sovellukset, niin tarjontaa on huomattavasti vähemmän. (h12)*

Yksittäisten kuvien ottaminen ja myyminen nähtiin kannattamattomaksi juuri harrastajatasen laitteiden yleisyyden vuoksi. Yksittäisten kuvien ottamisen nähtiin kuitenkin vaativan yrittäjältä työtä ja matkustamista, jonka vuoksi lasku työstä on niin suuri, ettei sitä olla valmiita maksamaan.

Maatalouden kohdalla tarvetta kuvauksille olisi, mutta hyöty viljelijälle ei haastateltavien mukaan ole niin suuri, että tilaukset tulisivat suoraan viljelijältä. Tämän vuoksi haastateltavien kanssa pohdittiin, kuka toiminnan maksaisi. Maksajaksi ehdotettiin, valtiohallintoa, järjestöjä, siemenentuottajia ja valvovia viranomaisia. Maanviljelyn ja myös metsätalouden kohdalla pohdittiin myös oman työn hinnan arvottamista sekä nykyisten toimintatapojen hintaa.

*Sitä ehkä ei osata ajatella mitä se nykyään maksaa, nykyisillä toimintatavoilla. Kun siihen on tavallaan niin totuttu, että käydäänpä kävelymässä metsässä ja ajetaan sinne autolla ja vietetään päivä siellä ja kuukausipalkka juoksee. (h5)*

Maatalouden kohdalla viljelijän mahdollisuutta tai halukkuutta maksaa palvelusta epäiltiin usean (4) haastateltavan toimesta. Toisaalta asiaa pohdittiin siltä kannalta, että jos oikeasti pystytään myymään, jotain josta on

hyötyä, ollaan siitä myös valmiita maksamaan. Myös sukupolvien vaihtuminen tiloilla nähtiin helpottavan tilannetta.

*Viljelijöitä kiinnostaa, ja mielellään ne nipistää lannoitteiden käytöstä tai koittavat optimoida sadon määrää. Sillä tavalla, kun tällainen moderni tilanhaltija ei välttämättä tunne niitä pelloja kun aikaisemmat omistajat, jotka on tottunut, että on laittaa vähemmän lannoitetta, kun tietää ettei sieltä tule parempaa satoa.*

Metsäpuolella metsäalan yritysten uskottiin itse tekevän osan RPAS-töistä. Metsästä arveltiin löytyvän myös yrittäjille töitä, koska toimintaympäristö ja tehtävät työt eivät ole helppoja ja vaativat kalustolta ja tekijältä paljon. Metsäalalle nähtiin liiketoimintamahdollisuuksia niin aineiston tuotannossa ja analysoinnissa, kun myös yksittäiselle metsänomistajalle suunnattuina palveluina. Tällaisista palveluista mainittiin esimerkkinä etämetsänomistajille suunnattu tilan monitorointipalvelu.

*Voisi ajatella, että metsäpalveluyrittäjällä olisi palvelu, että menee paikalle ja kopterilla kuvaa ja lähettää kuvat pilvipalveluun ja metsänomistaja vaikka Vantaalta katsoo kuvat ja tarkistaa ettei hätää ole tai että tarvitsisi jotain tehdä. (h3)*

Yleisenä ongelmana liiketoiminnan kannalta nähtiin drone-harrastajat, jotka tekevät epävirallista liiketoimintaa, tai eivät muuten noudata kaikkia RPAS-toiminnan vaatimuksia. Harrastajat eivät joko tiedä tai halua tietää säännöistä ja velvollisuuksista, jotka ammattimaista RPAS-toimintaa koskevat. Haastateltavat mainitsivat muun muassa puutteelliset vakuutukset, Trafin toimijailmoituksen puuttumisen ja puutteet turvallisuuden huomioimisessa. Harrastajien nähtiin sekoittavan kilpailua hinnoittelulla, jolla katsotaan vain harrastuksen kustannuksia, eikä pyritä aitoon liiketoimintaan. Tämä harmitti toimijoita, joilla tavoitteena oli tehdä kannattavaa liiketoimintaa. Toiseksi kilpailua sekoittavaksi toimijaryhmäksi kaksi toimijaa mainitsi oppilaitokset ja tutkimuslaitokset. Näiden todettiin myös tekevän työtä alihintaa, koska toimintaan ei haastateltavien mukaan lasketa kaikkia kustannuksia.

Liiketoimintaa tekevistä yrittäjistä vain yhdellä RPAS-toiminta oli yrityksen ainoa liiketoimintamuoto. Osa teki muuta valokuvaukseen ja videointiin liittyvää työtä ja osalla oli muuta liiketoimintaa, tai opintoja RPAS-toiminnan lisäksi. Osa kertoi RPAS-toiminnan olevan taloudellisesti haasteellista ja yrityksen muun liiketoiminnan olevan suurempi osa toimintaa. RPAS-toiminnan nähtiin kuitenkin tulevaisuudessa muodostavan suuren osan yritysten toiminnasta.

Alalla vallitsevasta hinnoittelusta keskusteltiin toimijoiden kanssa. Yksittäisten ilmakuvien tai videoiden hinnoittelun nähtiin olevan kohtuullisen



vakiintunutta ja niille kerrottiin löytyvän hinnastoja useiden yritysten internetsivuilta. Vaativampien kuvausten tai aineiston tuotannon kohdalla hinnoittelun kerrottiin olevan haastavaa ja hinnan määräytyvän tapauskohtaisesti. Hinnoittelun perusteiksi mainittiin joko suora urakka tai tuntihinnoittelu.

*Sekä urakka että tuntihintoja. Ja varmaan sisäänheittohintojakin. Varmaan olisi tilausta sellaisessa ostotapahtuman helpottamisessa. Varsinkin laajemmin ortokuvauksissa. (h3)*

Hinnoittelun lisäksi nähtiin työn tilaaminen haasteelliseksi tilaajien heikon tietämyksen vuoksi. Tarjouspyynnöissä ei toimijoiden mukaan osata vielä tällä hetkellä määritellä esimerkiksi kartoituskuvauslaatu tai aineiston tyyppiä, vaan näitä asioita oli asiakkaille pitänyt opastaa ja neuvoa. Toisaalta asiakkaat olivat myös kokeneet, että aineiston tai palvelun tilaaminen ja hinnan hahmottaminen ovat heille vaikeita, vaikka toimijat olivat sitä mieltä, ettei asiakkaan tarvinnut tietää, kun mistä kuvataan ja mihin he aineistoa itse tarvitsevat. Tilanteen haasteellisuutta kuvaa haastateltavan esimerkki hinnoittelun hankaluudesta.

*Haastavia. Toiselta kantilta vaikeata hinnoitella, jos on metsänomistaja jossain paikassa x ja siellä on metsää korkeudeltaan Y ja tiheydeltään Z, et sä tarjoot siitä niin, että pystyt sen kustannustehokkaasti tekemään. Puhuttiin niistä näköyhteydestä, kohteen saavuttamisesta ja sääolosuhteista ja muista tekijöistä. Siihen teet sitten sellaisen soveluksen nettiin, että ostaminen on sitten helppoa. (h3)*

Vaikka haastateltavat näkivät liiketoiminnassa useita ratkaistavia ongelmia, oli kaikilla positiivinen usko omaan tekemiseen ja liiketoiminnan kannattavuuteen. Tutkimukselta odotettiin ratkaisuja moniin teknisiin ongelmiin ja lisääntyvän tiedotus- ja koulutustoiminnan uskottiin lisäävän myös asiakkaiden osaamista ja helpottavan oman palvelun myyntiä. Kokonaisuudessaan usko omaan tekemiseen ja etujoukossa alalle tulemisen antamaan kilpailuetuun oli suuri ja toimijat uskoivatkin pärjäävänsä alalla hyvin.

## 6.6 Aiheen koulutus

Vastanneet haastateltavat		
Vastanneet yht.	Tutkija	Toimija
12	6	6

Aiheen koulutukseen oli kaikilla haastateltavilla mielipide ja haastateltavat olivat samoilla linjoilla opetettavien asioiden suhteen. Tutkijoiden ja käytännön toimijoiden välille tuli hieman eroa. Käytännön toimijat korostivat lentotyön osuutta ja tutkijoilla teorian ja aineiston analysoinnin osuus oli enemmän esillä. Vastaukset täydensivät hyvin toisiaan ja haastateltavan tulokulma aiheeseen vaikutti keskeisten opetettavien asioiden valintaan.

Tulokset on esitetty esiin tulleita aihepiirejä haastateltavilta yhdistäen ja korostaen niitä teemoja joita useimmat haastateltavat toivat esiin.

Kaikki haastateltavat toivat RPAS-toiminnan sääntöjen ja turvallisuusasioiden tuntemisen esiin, erittäin tärkeänä osattavana asiana. Tästä asiasta keskeisiksi nähtiin Trafin OPS-M1-32 määräyksen antamien ohjeiden tuntemus ja noudattaminen sekä yleisesti ilmailuasenteen ymmärtäminen ja sisäistäminen. Tämä mainittiin myös termillä lentoetiketti. Turvallisuudesta tuotiin esiin laitteiston, käyttäjän ja sivullisten turvallisuuden huomiointi ja yleensäkin vastuullinen toiminta. Sääntöjen ja turvallisuuden korostamisen ohella muistutettiin kuitenkin, ettei opiskelijan intoa ja luovuutta tule tukahduttaa liiallisella sääntö- ja määräystulvalla.

Lentäminen ja käytännön lentotaidon osaaminen nähtiin oleelliseksi opettavaksi asiaksi. Osa haastateltavista (6) toi esiin opettamiseen ja opiskelijan ensilentoihin liittyvät riskit. Lentämiseen toivottiin rutiinitason osaamista ja toistoja riittävästi. Hätätalalogiikan osaaminen nähtiin myös yksittäisenä taitona tärkeäksi. Erilaisten lentojen suunnittelua ja valmistelua toivottiin opetettavan. Tällä tarkoitettiin lennon valmistelua, ilmatilan tuntemista ja erityisesti kartoituslentojen suunnittelua ja siihen liittyvien käsitteiden, kuten kuvapeitto, lentokorkeus, lentolinjat tuntemista ja niiden vaikutusta kerättävän aineisto laatuun.

Ilma-aluksiin liittyvän tekniikan ja toimintaperiaatteen osalta tulisi ymmärtää toimintaperiaate ja tuntee tekniikkaa tasolla jota verrattiin auton tekniikan tuntemiseen. Tästä annettiin esimerkki, että pitäisi tietää miten jarrut toimivat, mutta jarruremonttia ei kuitenkaan tarvitse osata tehdä. Ilma-alusten huoltoa tai osien vaihtoa ei haastateltavien osalta nähty opettavaksi asiaksi. Erilaisiin kalustoihin, niiden ominaisuuksiin ja käyttötarpeisiin toivottiin opintojen aikana tutustuttavan. Haastateltavat näkivät asian siten, ettei kaikkia laitteita voi olla opetuksessa, mutta esimerkiksi vierailijoiden tai esittelijöiden kautta laitteisiin olisi hyvä tutustua.

Ilmakuvausta, videointia ja kartoituskuvaamista pidettiin tärkeimpinä osattavina lentotöinä. Näistä kartoitusta pidettiin erityisesti luonnonvaralalle tärkeänä asiana ja useat opetettavat asiat liittyivätkin juuri kartoituskuvauksiin. Toisaalta myös kuvien visuaalisen tulkinnan osaamista korostettiin. Valokuvauksen ja videoinnin opettelua ja osaamista pidettiin itsessään selvänä, eikä sitä erikseen korostettu opeteltavissa asioissa.

Teoria asioiden osalta tutkijat ja kartoitustöitä tekevät toimijat toivoivat opetettavan optiikan, valokuvauksen, kaukokartoituksen ja paikkatiedon perusteita, GPS tekniikkaa, fotogrammetriaa ja lasertekniikkaa. Tämän lisäksi erialaisten sensoreiden toiminnan ja soveltamisen ymmärrystä pidettiin tärkeänä. Tällaisiksi mainittiin erilaiset kamerat, hyperspektri- ja multi-

spektrikamerat ja laserkeilaimet. Näiden kohdalta toivottiin ymmärrettävän toiminnan lisäksi laitteilla tuotettujen aineistojen soveltuvuus eri tarkoituksiin sekä aineiston tarkkuus ja luotettavuus.

Aineiston käsittelyn osalta toivottiin opiskelijalle syntyvän kuva kartoitus-työn koko ketjusta: suunnittelusta, kuvaamisesta ja kuvien prosessoinnista ortomosaiikiksi, pistepilveksi ja 3d-malliksi. Tässä ohjelmistolle tai laitteistolle ei asetettu erityisvaatimuksia, vaan pidettiin tärkeänä, että jollain yleisellä laitteistolla ja markkinoilla olevalla ohjelmistolla asiaa harjoiteltaisiin. Analysointiohjelmiksi mainittiin muun muassa Agisoft Photoscan ja Pix4d. Osa haastateltavista (3) korosti, ettei aineistojen analysoinnissa saisi heti mennä kovin syvälle, vaan tämän pitäisi olla syventävää aiheen osaa-

Erilaisten sovelluskohteiden esittelyä ja uusien käyttötarkoitusten ideointi pidettiin oleellisena asiana. Haastateltavat näkivät, että opinnoissa voisi syntyä uusia ideoita ja niitä pitäisikin rohkeasti kokeilla opiskelijoiden kanssa.

## 7 YHTEENVETOA JA POHDINTAA

### 7.1 Johtopäätökset tuloksista

#### 7.1.1 Alan nykytila, tulevaisuus ja toimintaympäristö

Alan nykytila ja tulevaisuus nähtiin haastatteluissa positiivisena ja haastateltavat uskoivat alan kehittyvät erittäin nopeasti. Haastateltavat näkivät Suomen luonnonvara-alan erilaisena toimintaympäristönä verrattaessa esimerkiksi Yhdysvaltoihin, jossa usein kansainväliset tutkimukset on tehty. Suomessa maatalouden kohdalla erityisesti pienet viljelypinta-alat nähtiin erottavaksi tekijäksi ja sen vuoksi RPAS-toiminnan mahdollisuuksia maataloudessa ei pidetty niin hyvinä, kun maailmanlaajuisesti on ennustettu. Toisaalta Suomeen syntynyt tekninen ja tiedollinen osaaminen nostettiin esille ja vaikka käytännön kaupallisia sovelluksia ei Suomessa voitaisi toteuttaa, voisi niistä löytyä kuitenkin hyviä vientituotteita.

Suomalainen RPAS-toimintaympäristö oli haastatelluille tuttu niin lainsäädännön ja määräysten osalta, kun myös käytännön haasteiden kohdalla. Määräysten käytännön toimivuus tuli tuloksissa ilmi ja erityisesti jatkuvan näköyhteyden vaatimusta pidettiin rajoittavana tekijänä. Vaikka Suomen määräyksiä pidettiin vapaamuotoisina, vastaajien mielestä ne kuitenkin rajoittavan käytännön sovellusten toteuttamista. Yleisesti ottaen Suomen toimintaympäristöä pidetään hyvin vapaamuotoisena ja sen uskotaankin kiristyvän tulevan EU-lainsäädännön tullessa voimaan. Käytännön toimijat eivät kuitenkaan pelänneet tilannetta vaan toivoivat sen selkeyttävän toimintaympäristöä ja kilpailutilannetta.

#### 7.1.2 Käyttö ja sovelluskohteet luonnonvara-alalla

Tutkimuksessa löydetyt käyttötarkoitukset keskittyivät suurelta osin erilaisiin kartoituksiin ja yksinkertaisemmat asiat jäivät vähäisemmälle huomiolle. Tämä johtui osaksi haastateltavien omasta tulokulmasta asiaan ja siitä, että kuvaus- ja videointitoiminta nähtiin yleiseksi alasta riippumattomaksi käyttökohteeksi ja siksi sen tuomia mahdollisuuksia ei erikseen tuotu esiin.

Kokonaisuudessaan sovelluskohteita löytyi runsaasti, mutta ennakko-odotuksiin nähden tällä hetkellä käytäntöön sovellettavia tekniikoita tai toimintatapoja löytyi kuitenkin vain muutamia. Jollain tasolla tilannetta voisi kuvata drone-kuplaksi. On asetettu todella kovia odotuksia ja eri tahot kilpailevat siitä, millaisia laitteita heillä on ja mihin he osaavat niitä käyttää. Julkisuudessa keskustellaan paljon hienoista asioista, joita RPAS-laitteilla voidaan ratkaista. Käytännössä kuitenkin yrityksillä on haasteita löytää maksavaa asiakasta palveluilleen.

Tutkimuksen saralla tehdään paljon asioita, mutta käytännön RPAS-toimijat ovat pääsääntöisesti vielä valokuvaajia tai toimivat esimerkiksi teollisuuden aloilla, joissa muun muassa lämpökamerakuvaukset ovat tällä hetkellä jo kannattavaa liiketoimintaa. Sovelluskohteiden yleistyminen tuntuu haastattelujen perusteella olevan osittain tietämyksestä ja osittain rahasta kiinni. Tilaajat eivät tiedä mitä tilata ja toisaalta eivät sitten ole valmiita maksamaan sitä hintaa, minkä RPAS-toimija palvelustaan laskuttaisi. Keskustelut sovelluskohteista avasivat uusia näkökulmia ja erityisesti opettivat tutkijaa eri tekniikoiden toiminnasta sekä niiden tämän hetken soveltuvuudesta luonnon ilmiöiden tutkimiseen. Oppia oli myös, että erilaisia selvitettäviä, kokeiltavia ja tutkittavia sovelluskohteita olisi todella paljon, ja näitä voisivat esimerkiksi AMK-opiskelijat tutkia opinnoissa tai opinnäytetöissä.

### 7.1.3 Laitteistot, ohjelmistot ja käyttäjät

Erilaisten laitteiden osalta tulokset vahvistivat ennakko-oletusta, että moniin luonnonvara-alan sovelluskohteisiin voidaan käyttää edullisia RPAS-laitteita. Tämä tuli haastatteluissa esille, niin tutkijoiden, kuin käytännön toimijoiden kohdalla. Toisaalta myös kalliimmille ammattilaitteille nähtiin olevan käyttökohteensa tarkkuutta ja tuottavuutta vaativissa tehtävissä. Oppilaitoskäytön kannalta edullisten laitteiden soveltuvuutta moniin toimintoihin voidaan pitää hyvänä asiana. Edullisilla laitteilla voidaan opetella tekemään ja tutkimaan monia asioita, joita voidaan sitten tarpeen tullen tehdä myös kalliimmilla ammattilaitteilla. Toimittaessa edullisella kalustolla, oppilaitos pystyy hankkimaan kalustoa riittävästi opiskelijamäärään nähden, eikä lentoharjoituksissa sattuvat kaluston rikkoontumiset koidu liian kalliiksi. Vaativampien lentolaitteiden ja RGB-kameroista poikkeavien sensoreiden käytölle löytyi paljon kohteita, mutta ne ovat vielä tutkimuksen tasolla. Näiden kohdalla laitteiston soveltuvuuden tunteminen on tärkeää, mutta laitteita on harvassa ja ne ovat kalliita.

Kysymykseen käyttäjistä, vastaus oli, että eri tilanteessa käyttäjät vaihtelevat. Käyttäjänä voi olla yksityinen ihminen, omaa liiketoimintaansa tekevä yrittäjä, jolla ilma-alus on apuna työssä, tai sitten erillinen RPAS-operaattori joka tilataan tekemään työ. Tässä vastaukset vaihtelivat ja oman epävarmuuden tulevaisuuden käyttäjää arvioitaessa tuo vielä tuleva EU-lainsäädäntö, jonka mukana on tulossa lupakirjavaatimus lentotyön tekijälle. Tämän uskottiin osaltaan selkeyttävän toimintakenttää ja poistavan epätervettä kilpailua. Luonnonvara-alan ammattilaiselle RPAS-osaaminen nähtiin tarpeelliseksi, koska laitteita tullaan käyttämään monella tasolla. Ammattilainen nähtiin niin käyttäjänä, kun myös lentotyön tilaajana.

#### 7.1.4 RPAS-liiketoiminta

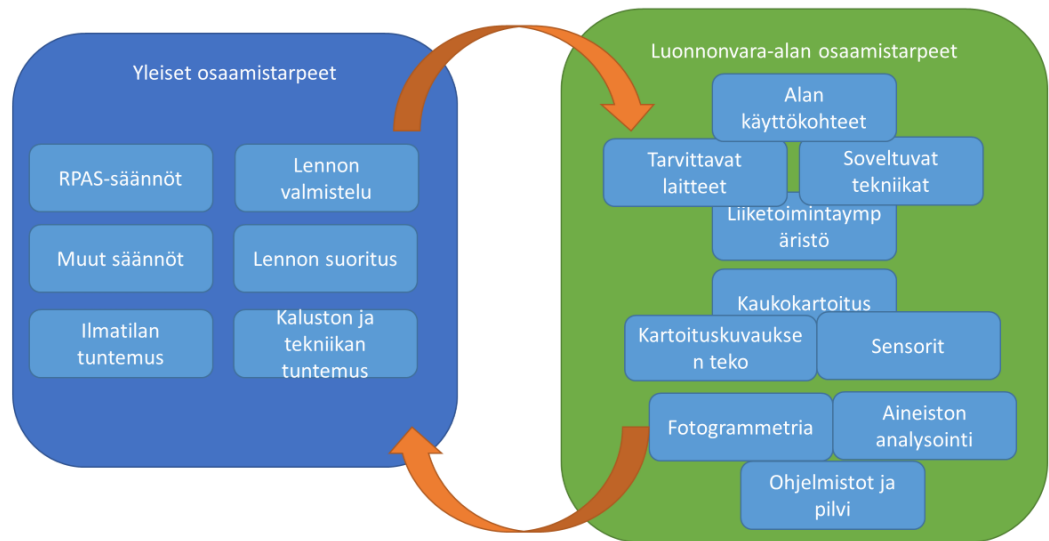
Liiketoiminnan osalta tulokset olivat aika yllättäviä. Liiketoimintaa ei nähty tällä hetkellä erityisen kannattavaksi, vaan se oli monelle toimijalle sivubisnestä. Maksavan asiakkaan löytäminen oli erityisesti maatalouden puolella haasteena. Yleisesti kartoituskuvauksilla tuotettavan tarkan tiedon markkinoita pidettiin hyvinä, mutta tilausten saamisen nähtiin vaativan hyvin paljon markkinointityötä. Yleensäkin aihetta pidettiin niin uutena, ettei asiakkaat tieneet mitä tai miten tilata ja kuinka kauko-ohjatut ilma-alukset voisivat auttaa heitä omassa toiminnassaan. Tiedotus ja markkinointityöhön toivottiin apua hankkeista ja suuremmilta toimijoilta, koska pienet RPAS-toimijat kokivat työn olevan heidän resursseihinsa nähden liian suuri.

#### 7.1.5 Koulutus

Aiheen koulutus ja opetus nähtiin erittäin tärkeänä asiana. Turvallisuus ja toiminnan säännöt aiheuttivat paljon keskustelua. Käyttäjämäärien nopea lisääntyminen ja käytön helppous olivat asioita, jotka huolestuttivat haastateltavia. Uusien käyttäjien tietämys ja osaaminen koettiin heikoksi ja tämän vuoksi koulutuksen nähtiin olevan erityisen tärkeää. Luonnonvaralalle suunnattavaan koulutukseen nähtiin keskeisesti sisältyvän lentäminen, säännöt ja turvallisuus. Näiden jälkeen tulisi erilaiset sensorit ja tekniikat ja niiden käyttö eri asioiden tutkimiseen, mittaamiseen ja havainnointiin. Koulutuksen toivottiin myös osaltaan ratkaisevan luonnonvaralan käytännön ongelmia ja kehittävän uusia käyttökohteita.

#### 7.2 Osaamistarpeet

Työn yhtenä tavoitteena oli löytää luonnonvara-alan ammattilaisen RPAS-osaamistarpeet. Tutkimus ja sitä edeltänyt tarkka perehtyminen aiheeseen antoivat hyvän pohjan osaamistarpeiden määrittelylle. Haastatteluissa keskusteltiin suoraan aiheen opetuksesta ja tärkeimmistä asioista, mutta haastattelun tulokset antoivat kokonaisuudessaan hyvän kuvan siitä, mitä luonnonvara-alan ammattilaisen tulisi aiheesta osata. Haastattelujen tuloksissa keskityttiin enemmän luonnonvara-alan osaamistarpeisiin, mutta sivuttiin siinä samalla aiheita, mitä jokaisen käyttäjän tulee asiasta osata ja tietää. Osaamistarpeet vaihtelevat riippuen siitä, millaista toimintaa RPAS-laitteella tehdään tai mihin kerättyä aineistoa aiotaan käyttää. Alasta tai sovelluskohteista riippumattomia osaamistarpeita ovat muun muassa lentosääntöjen, ilmatila, yksityisyyden suojan tuntemus sekä turvallisen käytännön lentotoiminnan osaaminen. Kuvassa 13 on esitelty tutkimuksessa esille nousseet yleiset osaamistarpeet ja luonnonvara-alan osaamistarpeet. Kuvassa nuolet kuvaavat sitä, ettei jako joka tilanteessa ole kovin selvä.



Kuva 13. Luonnonvara-alan RPAS-osaamistarpeet

Seuraavassa on lyhyesti esitelty RPAS-osaamistarpeet erityisesti luonnonvara-alalla toimivan ammattilaisen näkökulmasta. RPAS-käyttäjän tulee tuntea miehittämättömän ilmailun taustat ja käytettävä terminologia. Tulee ymmärtää yleisesti käytettävien RPAS-laitteiden ja järjestelmien toimintaperiaatteet ja ominaisuudet, sekä näiden vaikutus lentotoiminnan luonteeseen ja lentämiseen. On myös osattava määritellä, millaisella kalustolla eri työtehtävät kyetään suorittamaan.

Ammattilaisen tulee tuntea suomalainen RPAS-säännöstö ja ilmailulainsäädännön osalta RPAS-toimintaan vaikuttavat kohdat. Tulee tuntea yksityisyydensuojaan ja jokamiehen oikeuksiin liittyvät määräykset ja niiden vaikutus RPAS-toimintaan. Kotimaisen säännösten lisäksi tulee olla tietoinen, millaisilla säännöillä toimitaan ulkomailla.

Käytännön lentotyön osalta tulee osata lennon etukäteissuunnittelu, johon liittyy oleellisesti käytettävän ilmatilan tunteminen, kauko-ohjauspaikan valinta ja ennen lentoa tehtävä turvallisuusarviointi tai kirjallinen riskianalyysi. Ilmatilan tuntemisessa on osattava määritellä ilmatilan vaikutus lentokorkeuteen, lentokenttien läheisyydestä johtuva yhteistoiminta lennonjohdon kanssa, kieltä, rajoitus ja vaara-alueiden sijainti sekä niiden vaikutus lentotyöhön. On osattava valmistella lento kauko-ohjauspaikalla, siten, että lento voidaan suorittaa turvallisesti. On osattava arvioida lentosää ja sen vaikutus lentotoimintaan. Käytännön lentäminen ja ilma-aluksen käyttäminen on osattava tehdä turvallisesti ja muut ihmiset huomioon ottaen. On osattava rutiininomaisesti ilma-aluksen lentoon valmistelu, lentoonlähtö, lentäminen ja laskeutuminen sekä tunnettava käytettävän kaluston hätätila- ja häiriölogiikka ja sitä on osattava käyttää. Lentämiseen liittyvä dokumentointi on osattava tehdä ja ymmärrettävä sen tarkoitus.

Kartoituslennon teoreettinen perusta ja käytännön suorittaminen on oleellinen osattava asia. Lennon periaatteet, kuten poikittais- ja sivuttaispeitto, lentokorkeus ja lentonopeus sekä näiden vaikutus lennon suorittamiseen ja kerättävän aineiston laatuun on osattava. Kartoituslennolla kuvattun aineiston käsittely fotogrammetrisin menetelmin, käyttäen joko pilvipalvelua tai desktop-ohjelmaa on osattava tehdä. On myös tunnettava yleisimmät tähän käytettävät ohjelmistot ja ymmärrettävä, kuinka aineistoja voidaan käyttää hyväksi luonnonvara-alan työtehtävissä.

Luonnonvara-alan sovelluskohteista ammattilaisen on tunnettava yleisimmät käyttömahdollisuudet ja erilaisten laitteistojen tarjoamat mahdollisuudet alan työtehtävien avuksi. Käytännössä on osattava tehdä yksinkertaisia tarkastus- ja kuvauslentoja sekä osattava soveltaa niitä oman alan käyttötarkoituksiin. Vaativampia kaukokartoitusmenetelmiin perustuvien analyysien osaamisen tarve vaihtelee ammattilaisen suuntautumisen mukaan, mutta näistä on kuitenkin ymmärrettävä jonkin verran. On tiedettävä, kuinka kaukokartoitusmenetelmät toimivat, erotettava passiiviset- ja aktiiviset menetelmät ja ymmärrettävä niiden erot. On tunnettava kuvantamisen ja erilaisten sensorien perusteet ja ymmärrettävä fotogrammetrian ja laserkeilauksen periaatteet ja erot. Passiivisista sensoreista RGB- ja NIR-kameroiden tuottamien kuvien silmämääräinen tulkinta on osattava. Multi- ja hyperspektrikameroiden tuomat mahdollisuudet on tiedettävä ja ymmärrettävä millaisia ilmiöitä niiden avulla luonnosta on havaittavissa.

RPAS-liiketoiminnan osalta on ymmärrettävä millaisia haasteita ja mahdollisuuksia ala tarjoaa liiketoiminnan näkökulmasta. On osattava määritellä palvelujen hintatasoa ja ymmärrettävä mistä palvelun hinta muodostuu. On osattava nimetä palvelun tuottajia ja -asiakkaita.

Havaittujen osaamistarpeiden ja teoriaosassa tehtyjen selvitysten pohjalta johdettiin HAMKin biotalouden yksikön RPAS opintojen tavoitteet ja arviointikriteerit. Opinnot suunniteltiin sisältämään kolme kokonaisuutta, joista jokainen arvioitiin viiden opintopisteen kokoiseksi aihealueeksi. Aiheille määriteltiin oppilaitoksen opetussuunnitelmien mukaisesti osaamistavoitteet ja osaamistavoitteille arviointikriteerit. Opintojen tavoitteet on esitetty liitteessä 5.

### 7.3 Tutkimuksen luotettavuus

Haastattelututkimuksen luotettavuutta voidaan pohtia usealta eri kanalta. Haastateltavien valinnassa käytetty kaksiosainen menetelmä vaikutti siihen, että haastatteluissa saatiin sekä tutkijoiden että käytännön toimijoiden mielipiteitä esille. Tämä rikastutti aineistoa ja toi erilaisia näkemyksiä tuloksiin. Tutkijoiden ja käytännön toimijoiden vastauksissa oli eroa ja erityisesti tutkijoiden kohdalla teoria ja tekniikka sekä sovelluskohteet ja tulevaisuuden näkymät korostuivat. Käytännön toimijoiden kohdalla heidän omat havainnot laitteista ja niiden käytöstä sekä kokemukset



alan liiketoimintaympäristöstä antoi oman osansa tutkimukselle. Haastateltavat olisi voitu valita myös ainoastaan RPAS-haun kautta tehdyn kyselyn avulla, mutta silloin keskeiset luonnonvara-alan RPAS-asiantuntijat ja tutkijat olisivat todennäköisesti jääneet haastatteleematta. Alan toimijoiden määrä on viimeisen vuoden aikana lisääntynyt valtavasti, vuonna 2016 käyttäjiä oli noin 500 (Hannola 2016) ja nyt vuoden 2017 kesäkuussa lukumäärä oli noin 1500 henkeä (Trafi2017a). Haastateltavien määrä suhteessa alan toimijoihin on pieni, eikä valittu joukko pyrikään edustanut kaikkia käyttäjiä, vaan luo kuvan siitä, mitä mieltä nämä 12 haastateltavaa asiasta ovat. Mikäli olisi haluttu luoda kuva alasta kokonaisuutena olisi tutkimusmenetelmä tullut valita toisin. Esimerkiksi kaikille toimijoille suunnattu kyselytutkimus olisi kattanut paremmin koko käyttäjäjoukon. Toisaalta tässä tutkimuksessa oli tarkoitus päästä syvemmälle tiedon tasolle ja suunnata tiedon hankintaa juuri luonnonvara-alan toimijoiden suuntaan.

Aineistossa havaittiin kylläntymistä jonkin verran. Aineisto tuntui noin kahdeksan haastateltavan kohdalla alkavan toistaa itseään. Samat vastaukset alan nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä sekä sovelluskohteista tulivat uusilta haastateltavilta, eikä tietoa merkittävästi tullut lisää. Tämä kertoo siitä, että keskeisimmät asiat oli löydetty. Toki voidaan miettiä olisiko toisenlaisella haastateltavien valinnalla tultu eri tulokseen tai olisiko esimerkiksi lumipallomenetelmän käyttäminen haastateltavien valinnassa ohjannut erilaisten haastateltavien luokse. Toisaalta nyt haastatteluun osallistui luonnonvara-alalla toimivia tutkijoita ja käytännön RPAS-toimijoita. Jos tutkimukseen olisi haastateltu eri alojen tutkijoita tai laajemmin RPAS-toimijoita, olisi varmasti sovelluskohteita löytynyt enemmän ja myös ideoita luonnonvara-alalle olisi saattanut löytyä. Nyt haastatellut toimijat olivat hyvin tietoisia sovelluskohteista muille aloille ja osasivat myös niitä tuoda esiin. On myös muistettava, että tutkimuksen tavoite oli selvittää juuri luonnonvara-alan käyttökohteita.

Nyt aineistossa toistuu samoja asioita eri haastateltavilla. Tämä voidaan nähdä hyvänä asiana, mutta toisaalta tiedetään, että tutkijat ovat toisilleen tuttuja ja olleet samoissa tutkimuksissa mukana. Muut ovat lukeneet samojen tutkijoiden tutkimuksia. Tutkimusta kuitenkin on vielä aika vähän julkaistuna, erityisesti Suomessa.

Haastateltavat edustivat omaa näkemystään ja olivat joukkona aika heterogeeninen, jolloin kaikilta toimijoilta ei saatu näkemystä yli toimirajojen. Tämä näkyi esimerkiksi siinä, ettei maisemansuunnittelun tai yleisesti rakennetun ympäristön sovelluskohteita tullut esille kaikkien haastateltavien kohdalla ja toisaalta maa- ja metsätalouden sovelluskohteita käsiteltiin runsaammin. Jotta tutkimus olisi kattanut laajasti koko HAMKin edustaman luonnonvara-alan aihepiirin, olisi tutkimukseen pitänyt haastatella toimijoita vielä laajemmin. Toisaalta maa- ja metsätalouden osalta päästiin

tilanteeseen, jossa eri haastateltavat toivat esiin samoja asioita. Keskittyminen maa- ja metsätalouteen oli aika luonnollinen valinta, koska niissä nähdään yleisesti suurimmat potentiaalit RPAS-toiminnan kasvulle.

Haastattelujen edetessä haastattelujen teemat hieman muuttuivat. Koska teemahaastattelussa haastattelijalla on rooli kysymysten asettajana ja ohjaajana haastattelija suuntasi ja kyseli aiheista, joista muiden kanssa oli keskusteltu. Tällä saatiin vahvistusta edellisten haastateltavien kanssa keskusteltuihin asioihin, mutta myös eriäviä mielipiteitä saatiin esille muun muassa aiheesta, kuka on tulevaisuudessa pilotti? Kysymys jakoi joukon aika lailla puoliksi. Toisaalta tämä antoi mahdollisuuden suunnata keskustelua juuri siihen suuntaan, josta vastauksia alkoi löytyä. Verrattuna kyseelyyn saatiin aiheita tarkennettua ja kaivettua tietoa, jota olisi ennakoon laadituilla formaaleilla kysymyksillä ollut vaikea saada esiin.

Haastattelujen litteroiminen nauhoitteesta tekstiksi oli työn yksi aikaa vievimmistä kohdista. Litteroinnilla saatiin aineisto sellaiseen muotoon, että se pystyttiin analysoimaan. Aineiston teemoittelu ja tekstien siirtäminen eri teemojen alle oli mekaanista työtä, jossa vaadittiin malttia ja harkintaa. Aineistosta saattoi tässä vaiheessa jäädä joitain kohtia hyödyntämättä, mutta keskeisimmät asiat teemoiteltiin teemojen alle. Teemoitellusta aineistosta tehtiin yhteenvedot ja johdettiin tulokset. Tässä hyvä pohjatyö auttoi paljon. Teemojen kesken vaihdettiin tietoa jonkin verran ja teemojen yhdistämisellä saatiin tulosten rakenteeseen vielä selkeyttä. Menetelmä toimi aineiston käsittelyssä hyvin ja tutkimuksen keskeisiin kysymyksiin saatiin vastaukset.

Tutkimuksen tulokset vastaavat hyvin työn tavoitteisiin ja tutkimusosalle määritellyyn tehtävään. Tuloksissa esitetään alan nykytila ja erityisesti tutkimuksen tavoitteeksi asetetut luonnonvara-alan sovelluskohteet. Opettavat asiat jäivät suorissa tuloksissa hieman kevyiksi, johtuen ehkä siitä, että haastatteluissa teemaa käsiteltiin viimeisten joukossa ja siihen mennessä oli jo keskusteltu monista aiheista, jotka nähtiin myös tärkeiksi opettaa, mutta niitä ei erikseen kyseisessä kohdassa mainittu. RPAS-tekniikan soveltuvuudesta luonnonvara-alan sovelluskohteisiin saatiin tutkimuksessa riittävä näkemys. Kokonaisuudessaan tutkimuksen tuloksista on löydettävissä keskeiset osaamistarpeet luonnonvara-alan toimijalle ja näin ollen myös opintoihin tarvittavat sisällöt.

#### 7.4 Pohdintaa ja jatkotutkimusaiheita

Tämä työ kokonaisuudessaan oli tekijälle iso oppimiskokemus. Tutustuminen aiheeseen niin teorian kuin käytännön tasolla vaati paljon, mutta myös opetti valtavasti. Työn tavoitteiksi asetettiin RPAS-toimintaan perehtyminen ja luonnonvara-alan ammattilaisen osaamistarpeiden määrittely. Käytännössä työssä samalla suunniteltiin Hämeen ammattikorkeakoulun biotalouden yksikölle RPAS-opinnot, jotka myös toteutettiin opinnäytetyön

tekemisen kanssa samaan aikaan. Opintojen suunnittelu ja toteutus sisälsivät myös laitteiston hankinnan, sen käyttöönoton ja käytön opettelu, kartoitusohjelmien testauksen ja suuren määrän vaihtelevasti onnistuneita lentoja ja niiden analyyseja. Rajaus siitä mikä oli opinnäytetyötä ja mikä muuta työtä oli haasteellista ja aiheutti ongelmia myös työn rajauksen kanssa. Työn tavoitteisiin ei kuulunut varsinainen opintojen suunnittelu ja tämän vuoksi opintojen suunnitteluun ja taustoittamiseen liittyvät asiat jätettiin raportista pois.

Työn arvo tekijälleen ja tilaajalle on suuri ja tehdyn työn perusteella onkin jo suunniteltu toiminnan laajentamista koko HAMKin tasolle ja yhteistyön tekemistä eri koulutusalojen välillä. Muiden koulutusten kiinnostus biotalouden yksikössä hankittuihin kokemuksiin ja kertyneeseen osaamiseen on ollut suurta ja RPAS-laitteistoa on eri puolilla HAMKia hankittu työn valmistumisen loppuvaiheessa lisää.

Työ sisälsi hyvin paljon RPAS-toiminnan sääntöihin ja käytäntöihin perehtymistä ja tiedon etsimistä. Työn alkuvaiheessa tietoa piti yhdistellä ja etsiä erilaisista dokumenteista ja asiakirjoista, eikä esimerkiksi Trafin miehittämättömän ilmailun verkkosivuilla ollut vastauksia useisiin kysymyksiin. Työn edetessä RPAS-toiminta ja erityisesti harrastajien vaarallinen toiminta oli useaan otteeseen esillä julkisuudessa. Tämä varmasti vaikutti siihen, että tiedotus kevään 2017 aikana lisääntyi. Trafi järjesti tiedotuskierroksen harrastajille sekä ammattilaisille ja avasi erikseen harrastajille tarkoitetun [www.drone.info](http://www.drone.info) -sivuston sekä uudisti omat miehittämättömän ilmailun verkkosivunsa. Alun perin jo kesäksi 2016 luvattu Trafin Droneinfo-sovellus julkaistiin heinäkuussa 2017 ja se auttaa käyttäjiä hahmottamaan Suomen ilmatilaa ja tuo ilmailun käytänteitä ja sääntöjä uusille ilmailijoille helpommin ymmärrettävään muotoon. Tietoa on siis saatavilla huomattavasti enemmän ja helpommin omaksuttavassa muodossa.

Työ tutki RPAS-toiminnan perusteita, sovelluskohteita luonnonvara-alalle sekä osaamistarpeita ja opintojen osaamistavoitteita. Työn tulokset ovat pääosin sovellettavissa myös muille aloille. Sovelluskohteiden osalta varmasti aiheita laajemmin käsiteltäessä sovellukset painottuisivat toisin ja niitä tulisi paljon lisää. Myös eri tekniikoiden ja sensoreiden kohdalla varmasti olisi eroja. Muun muassa lämpökameroiden hyödyntäminen tulisi vahvemmin esiin esimerkiksi teollisuuden puolella. Yksi jatkotutkimuksen aihe olisi selvittää laajemmin RPAS-tekniikan soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin ja myös niiden käyttökelpoisuutta ja tarvetta osana HAMKin opetusta.

RPAS-laitteisiin liittyen yhtenä tuloksena oli, että edullisilla laitteilla kyetään tekemään lähes samoja asioita, kuin kalliimmilla ammattilaitteilla. Tämän tuloksen paikkansapitävyyttä tulisi tutkia käytännön tutkimuksella. Tällöin tulisi tutkia, millaisia eroja eri laitteilla tuotetun tiedon välillä on, ja kuinka luotettavaa tietoa edullisilla laitteilla kyetään tuottamaan.

Tulevan EU-lainsäädännön vaikutus koko RPAS-toimintaympäristöön ja myös luonnonvara-alan sovelluskohteisiin, käyttäjiin ja kannattavuuteen tulee olemaan merkittävä ja tätä tuleekin seurata ja myös tutkia siltä kanalta, miten se tulee vaikuttamaan tässäkin työssä esiteltyyn toimintaympäristöön ja RPAS-toiminnan luonteeseen.

## LÄHTEET

Aeromon Oy. (n.d.). Aeromon. Haettu 2.8.2017 osoitteesta <http://aeromon.fi/>

Agisoft LLC. (2017). Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.3. Haettu 30.8.2017 osoitteesta [http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro\\_1\\_3\\_en.pdf](http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_3_en.pdf)

Aluevalvontalaki 755/2000. Haettu 24.9.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000755>

Austin, R. (2008). Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment. Chichester: John Wiley & Sons, Inc.

Avartek. (2016). Haettu 12.8.2017 osoitteesta <http://avartek.fi/>

Blyenburgh & co. (2016). Rpas yearbook - Rpas: The global perspective 14th edition. Haettu 16.9.2017 osoitteesta <http://rps-info.com/publications/2016-rpas-yearbook-flipping-book/>

Drone Industry Insights. (2016a). Insights. Haettu 14.12.2016 osoitteesta <https://www.droneii.com/>

Drone Industry Insights. (2016b). Uav rulemaking – what is taking Europe so long. Haettu 14.12.2016 osoitteesta <https://www.droneii.com/uav-rule-making-what-is-taking-europe-so-long>

Drones Made Easy. (n.d). Map Pilot for DJI. Haettu 3.8.2017 osoitteesta <http://www.dronesmadeeasy.com/Articles.asp?ID=254>

EASA. (2015a). Introduction of a regulatory framework for the operation of drones A-NPA 2015-10. Haettu 14.12.2016 osoitteesta <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/A-NPA%202015-10.pdf>

EASA. (2015b). *Ehdotus yhteisistä säännöistä miehittämättömien ilma-alusten käytöstä Euroopassa*. Haettu 14.12.2016 osoitteesta [https://www.easa.europa.eu/download/ANPA-translations/205933\\_EASA\\_Summary%20of%20the%20ANPA\\_FI.pdf](https://www.easa.europa.eu/download/ANPA-translations/205933_EASA_Summary%20of%20the%20ANPA_FI.pdf)

EASA. (2016a). ‘Prototype’ Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations. Haettu 14.12.2016 osoitteesta <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/UAS%20Prototype%20Regulation%20final.pdf>

Eskola, J. ja Vastamäki, J. (2015). Teemahaastattelu: Opit ja opetukset. Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R. (toimi.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1*. Jyväskylä: PS-kustannus, 27–44.

Etelä-Karjalan kesäyliopisto. (2016). Koulutukset. Haettu 9.11.2016 osoitteesta <http://www.kesyli.net/koulutukset/1751>

FAA. (2016). Summary of small unmanned aircraft rule (part 107). Haettu 14.12.2016 osoitteesta [https://www.faa.gov/uas/media/Part\\_107\\_Summary.pdf](https://www.faa.gov/uas/media/Part_107_Summary.pdf)

Finavia. (2016a). Ilmailutiedotuspalvelu AIS. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <https://ais.fi>

Finavia. (2016b). Ilmailukäsikirja. (2016.) Haettu 10.1.2017 osoitteesta <https://ais.fi/ais/eaip/fi/index.htm>

Granat, H. (2015). *Saatavilla olevat UAV- ja UAS-järjestelmät*. Opinnäytetyö. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Lapin AMK.

Haggrén, H. & Honkavaara, E. (2005). Ortokuvien tuottaminen. Aalto University School of Engineering. Haettu 11.1.2017 osoitteesta [http://foto.hut.fi/opetus/220/luennot/7/L7\\_2005.pdf](http://foto.hut.fi/opetus/220/luennot/7/L7_2005.pdf)

HAMK. (2016). Opetussuunnitelmat. Haettu 28.9.2016 osoitteesta <http://www.hamk.fi/hakijalle/Sivut/opetussuunnitelmat.aspx>

HAMK. (2016b). Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 12.1.2017 osoitteesta [www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)

HAMK. (2017). Hämeen ammattikorkeakoulun vuosikertomus 2016. Haettu 16.9.2017 osoitteesta <https://spark.adobe.com/page/LOimkky-vqxB5/>

Hannola, J. (2016). Kansallinen RPAS-tilannekatsaus. haettu 17.7.2017 osoitteesta <https://www.trafi.fi/file-bank/a/1461920103/5c79d23ceba0a04cefb0a0839e893b78/20500-Hannola.pdf>

Hassinen, A. (2016a). UAV-lennokit ja-kopterit. Verkkosivusto. Haettu 24.9.2016 osoitteesta <https://sites.google.com/site/taigacam/uav>

Hassinen, A. (2016b). UAV-lennokit ja -kopterit kokemuksia UAV ja RPAS laitteista. Haettu 24.9.2016 osoitteesta [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-2244-1/](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2244-1/)

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2011). Tutkimushaastattelu - Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Holopainen, M., Tokola, T. Vastaranta, M., Heikkilä, J., Huitu, H., Laamanen, R. & Alho, P. (2015). Geoinformatiikka luonnonvarojen hallinnassa. Helsingin yliopiston metsätieteen laitoksen julkaisu 7:1-152.

Honkavaara, E., Saari, H., Kaivosoja, J., Pölönen, I., Hakala, T., Litkey, P., Mäkynen, J., Pesonen, L. (2013). Processing and Assessment of Spectrometric, Stereoscopic Imagery Collected Using a Lightweight UAV Spectral Camera for Precision Agriculture Haettu 24.9.2016 osoitteesta <http://www.mdpi.com/2072-4292/5/10/5006>

Ilmailulaki 864/2014. Haettu 25.9.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140864>

Ilmailun vakuutusasetus (EY) N:o 785/2004. Haettu 24.9.2016 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1432649203336&uri=CELEX:02004R0785-20100408>

Kallioinen, V. & Laaksonen, L. (2016). *Metsän UAV ilmakuvaus - Toteutus ja pintamallien laatiminen*. Opinnäytetyö. Metsätalouden koulutus. HAMK

Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M., & Maltamo, M. (2011). Metsän mittausta ja kartoitus. Silva Carelica 40. 3. uud. p. Joensuu: Kopijyvä Oy.

Kiiski K., Kulmala R., Miettinen K., Pilli-Sihvola E., Sarlin L., Toivonen K. sekä muut asiantuntijat. 2015. Robotit maalla, merellä ja ilmassa - Liikenteen älykkään automaation edistämissuunnitelma. Haettu 25.8.2017 osoitteesta <https://www.lvm.fi/documents/20181/514467/Julkaisuja+7-2015/1d7f13f3-409b-4957-8023-85d227b8585b?version=1.0>

Kivinen, J. (2016). RPAS opetuksessa. Sähköpostiviesti tekijälle 9.9.2016.

Kumpula, T. (2016). Drone-suunnittelupalaveri. Sähköpostiviesti tekijälle 23.8.2016.

Kvale, S. (1996). Interviews – an introduction to qualitative research interviewing. Lontoo: Sage Publications Inc.

Lauk, E., Uskali, T., Kuutti, H. (2016). Droonijournalismi - Kauko-ohjattavien kamerakopterien toimituskäyttö. Jyväskylän yliopisto. Haettu 15.1.2017 osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-6807-6>

Lehtonen, R. ja Nissinen, A. (2016). RPAS perehdytyspäivän luento. Insta Airhow, Tampere.

Lehtonen, R. (2017). RPAS-perusteet ja turvallinen lennätystoiminta 2017. Moodle. Insta Airhow. Haettu 5.1.2017 osoitteesta <https://www.unman-ned.fi/moodle2>

Loehr, J. (2016). NEW COURSE: Register for Remotely Piloted Aircraft Systems (aka drones) course in Lammi. Sähköpostiviesti tekijälle 12.9.2016.

Näsi, R., Honkavaara, E., Lyytikäinen-Saarenmaa, P M E., Blomqvist, M., Litkey, P., Hakala, T., Viljanen, N., Kantola, T A., Tanhuanpää, T-M T. & Holopainen, M E. (2015) ' Using UAV-based fotogrammetry and hyperspectral imaging for mapping bark beetle damage at tree-level ' Remote sensing , vol 7 , no. 11 , pp. 15467-15493 . , 10.3390/rs71115467

Oesch, J. (2015). *Ilmakuvausten hyödyntäminen peltoviljelyssä*. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Peasgood, S. (2015). Drones: A Rising Market. Haettu 20.12.2016 osoitteesta <http://sophiccapital.com/wp-content/uploads/2015/09/Download-Sophic-Capitals-Aerial-Drone-Report-Here.pdf>

Pohjoinen Group. (2017). Aircrafts. Haettu 12.8.2017 osoitteesta <https://www.pohjonengroup.fi/aircrafts>

PwC Drone powered solutions. (2016). Clarity from above – PwC global report on the commercial applications of drone technology. Haettu 27.9.2016 osoitteesta <http://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>

Rikoslaki 1889/39. Haettu 15.1.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1889/18890039001>

Rybakov, G. (2015). Mean forest volume estimation by high-resolution aerial RGB imagery and digital surface model with Trestima as validation technique. Opinnäytetyö. Degree Programme in Integrated Coastal Zone Management. Yrkehögskolan Novia.

Saari, H. (2013.) Maailman pienin hyperspektrikamera Suomesta. *Positio 1/2013*. 10-13. Haettu 15.1.2017 osoitteesta [https://www.paikkatietoikkuna.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=8bd6dc0d-7805-4612-af61-3af982ed4951&groupId=108478](https://www.paikkatietoikkuna.fi/c/document_library/get_file?uuid=8bd6dc0d-7805-4612-af61-3af982ed4951&groupId=108478)

sUAS News. (2016). sUAS Guide Q1 update 2016. Haettu osoitteesta <https://www.loomag.com/magazine/the-suas-guide-2016-q1-update/0535195001456323218?short>

Suomen ilmailuliitto. (n.d.). Lennokkiurheilu. Haettu 7.1.2017 osoitteesta <http://www.ilmailuliitto.fi/fi/lajit/lennokit>



Tefke, J. (2016). *Kauko-ohjattavan ilma-aluksen hyödyntäminen viheralan prosesseissa*. Opinnäytetyö. Rakennetun ympäristön koulutus. HAMK

Tractica. (2016a). Consumer Drone Sales to Increase Tenfold to 67.7 Million Units Annually by 2021. Haettu 4.1.2017 osoitteesta <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/consumer-drone-sales-to-increase-tenfold-to-67-7-million-units-annually-by-2021/>

Tractica. (2016b). Commercial Drone-Enabled Services Revenue Will Reach \$8.7 Billion Annually by 2025. Haettu 4.1.2016 osoitteesta <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/commercial-drone-enabled-services-revenue-will-reach-8-7-billion-annually-by-2025/>

Tractica. (2016c). Commercial Drone Shipments to Surpass 2.6 Million Units Annually by 2025. Haettu 5.1.2017 osoitteesta <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/commercial-drone-shipments-to-surpass-2-6-million-units-annually-by-2025-according-to-tractica/>

Trafi. (2015a). Ilmailuohje GEN T1-4. Ilmailun onnettomuuksista, vakavista vaaratilanteista ja poikkeamista ilmoittaminen. Haettu 24.9.2016 osoitteesta [http://www.trafi.fi/filebank/a/1448359252/863d6e9ba151adda12f07c465523939/19075-Ilmailuohje\\_GEN\\_T1-4.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1448359252/863d6e9ba151adda12f07c465523939/19075-Ilmailuohje_GEN_T1-4.pdf)

Trafi. (2015b). Perustelumuietio OPS M1-32. Haettu 24.9.2016 osoitteesta [http://www.trafi.fi/filebank/a/1444310767/2d5c18874a4a3a337ad6776e190720fb/18721-RPAS-perustelumuietio\\_VALMIS.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1444310767/2d5c18874a4a3a337ad6776e190720fb/18721-RPAS-perustelumuietio_VALMIS.pdf)

Trafi. (2015c). Perustelumuietion liite 3, Lausuntokooste OPS M1-32. Haettu 24.9.2016 osoitteesta [http://www.trafi.fi/filebank/a/1444310767/a8631d41a6e4889a549ce2e057a90b04/18722-RPAS-perustelumuietion\\_liite\\_1\\_Maarayshankepaatokseen\\_saadut\\_kommentit.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1444310767/a8631d41a6e4889a549ce2e057a90b04/18722-RPAS-perustelumuietion_liite_1_Maarayshankepaatokseen_saadut_kommentit.pdf)

Trafi. (2016a). Usein kysyttyä. Verkkosivusto. Haettu 24.0.2016 osoitteesta [http://www.trafi.fi/tietopalvelut/usein\\_kysyttya/ilmailu\\_-\\_miehittamat\\_tomat\\_ilma-alukset\\_ja\\_lennokit](http://www.trafi.fi/tietopalvelut/usein_kysyttya/ilmailu_-_miehittamat_tomat_ilma-alukset_ja_lennokit)

Trafi. 2016b. Miehittämättömän ilmailun toimintakäsikirja. Haettu 7.11.2016 osoitteesta [http://www.trafi.fi/ilmailu/miehittamaton\\_ilmailu](http://www.trafi.fi/ilmailu/miehittamaton_ilmailu)

Trafi. (2016c). Määräys OPS M1-32. Haettu 4.1.2017 osoitteesta [http://www.finlex.fi/data/normit/42858/TRAFI\\_90924\\_03\\_04\\_00\\_00\\_2016\\_fi\\_kauko\\_ohjatun%20ilma\\_aluksen%20ja%20lennokin%20lenn%C3%A4tt%C3%A4minen.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/42858/TRAFI_90924_03_04_00_00_2016_fi_kauko_ohjatun%20ilma_aluksen%20ja%20lennokin%20lenn%C3%A4tt%C3%A4minen.pdf)

Trafi. (2016d). Perustelumuuisto. OPS M1-32. Haettu 5.1.2017 osoitteesta [http://www.trafi.fi/file-bank/a/1482415449/f3c93eaf88a6bc38f9f460fa10e4175c/23516-OPS\\_M1-32\\_VALMIS\\_perustelumuuisto\\_RPAS.pdf](http://www.trafi.fi/file-bank/a/1482415449/f3c93eaf88a6bc38f9f460fa10e4175c/23516-OPS_M1-32_VALMIS_perustelumuuisto_RPAS.pdf)

Trafi. (2016e). Miehistämätön ilmailu. Haettu 7.1.2017 osoitteesta [http://www.trafi.fi/ilmailu/miehistamaton\\_ilmailu](http://www.trafi.fi/ilmailu/miehistamaton_ilmailu)

Trafi. (2016f.) ASM-Toimintakäsikirja Ilmatilan joustavan käytön menetelmät. Haettu 10.1.2017 osoitteesta [http://www.trafi.fi/file-bank/a/1478763420/8d90860470f2d078ffc2099c9c466bf7/23008-ASM-Toimintakäsikirja\\_1.pdf](http://www.trafi.fi/file-bank/a/1478763420/8d90860470f2d078ffc2099c9c466bf7/23008-ASM-Toimintakäsikirja_1.pdf)

Trafi. (2017). Poikkeusluvut ja ilmatilavaraukset. Haettu 16.9.2017 osoitteesta [https://www.trafi.fi/ilmailu/miehistamaton\\_ilmailu/poikkeusluvut\\_ja\\_ilmatilavaraukset](https://www.trafi.fi/ilmailu/miehistamaton_ilmailu/poikkeusluvut_ja_ilmatilavaraukset)

Trafi. (n.d.) RPAS-haku. Haettu 15.1.2017 osoitteesta [http://www.trafi.fi/ilmailu/miehistamaton\\_ilmailu/rpas-haku?uses=&companyName=&postalCode=&postalOffice=&submit=Haku](http://www.trafi.fi/ilmailu/miehistamaton_ilmailu/rpas-haku?uses=&companyName=&postalCode=&postalOffice=&submit=Haku)

Tuominen, S., Balazs, A., Saari, H., Pölönen, I., Sarkeala, J., & Viitala, R. (2015). Unmanned aerial system imagery and fotogrammetric canopy height data in area-based estimation of forest variables. *Silva fennica*, 49 (5), 1348. doi:10.14214/sf.1348. Haettu 24.9.2016 osoitteesta <http://www.silvafennica.fi/article/1348>

Tuunanen, P., Tarasti, M., Rautiainen, A. (toim.) (2012.) Jokamiehen oikeudet ja toimiminen toisen alueella, Lainsäädäntöä ja hyviä käytäntöjä. Ympäristöministeriö. Haettu 14.1.2017 osoitteesta <http://hdl.handle.net/10138/38797>

UAS Finland. (2016). Verkkosivusto. Haettu 29.9.2016 osoitteesta. <http://uasfinland.eu/finnish%20new/palvelut/koulutus/L%C3%A4hiopetusta.html>

Valtioneuvoston asetus ilmailulta rajoitetuista alueista 930/2014. Haettu 24.9 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140930#Pidp3636256>

Videodrone Finland. n.d.. Yritys. Haettu 12.8.2017 osoitteesta <https://videodrone.fi/yritys/>

Öhrnberg, P. (2016). Pienistä koptereista miljardibisnes - "dronet ilman sisältöä ja älyä putoavat pelistä. *Kauppalehti*. Verkko uutinen. 16.8.2016. Haettu 27.9.2016 osoitteesta <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/pienista-koptereista-syntyy-iso-bisnes/Nu4Bk8Gf>

## Ilmoitus kauko-ohjatus ilma-aluksen käyttämisestä

**Ilmoitus kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttämisestä /  
Notification on the use of remotely piloted aircraft**

Kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttäjän on ilmoitettava toiminnastaan Trafille ennen toiminnan aloittamista. Ilmoitusvelvollisuus ei koske lennokkiharrastajia.

Ilmoituksen lopussa voi antaa suostumuksen tietojen julkaisuun Trafin RPAS-haussa. Ilmoitetut tiedot julkaistaan **RPAS-haussa** sen jälkeen, kun Trafi on tarkastanut ilmoitettujen tietojen asianmukaisuuden.

Ilmoitus on annettava ennen ensimmäistä ilma-aluksen käyttämistä ja tiedot on pidettävä ajan tasalla

\* Pakollinen tieto

**Toiminnan harjoittajan yhteystiedot**

Yrityksen nimi (yksityishenkilön tapauksessa ilma-aluksen käyttäjän nimi) \*

Hämeen ammattikorkeakoulu, Metsätalous

Y-tunnus

2617489-3

Toiminnasta vastaavan henkilön nimi \*

Esa Lientola

Sähköpostiosoite (Sähköpostiosoitetta ei voi muuttaa) \*

esa.lientola@hamk.fi

www-osoite

www.hamk.fi

Puhelinnumero \*

+358407639735

Katuosoite \*

Saarelantie 1

Postinumero \*

16970

Postitoimipaikka \*

Evo

Maa \*

Suomi

## Tekniset perustiedot ilma-aluksista

[Lisää ilma-alus](#)

## Ilma-alustyyppi 1

Valmistaja

Dji

Malli

Phantom 4

Maksimi lentoonlätömassa (kg)

1,4

Lukumäärä

1

Ilma-alus on varustettu laskuvarjolla

☐

[Poista ilma-alus](#)

## Ilma-alusta on tarkoitus käyttää seuraavissa tehtävissä

- ☒ Valokuvaus, Videokuvaus
- ☐ Media, lehdistö
- ☐ Sähkölinjojen tarkastus
- ☐ Kaasulinjojen tarkastus
- ☐ Mastojen tai tuulivoimaloiden tarkastukset
- ☐ Rakennusten tai kattojen tarkastukset
- ☐ Muiden rakenteiden (esim siltojen) tarkastukset
- ☐ Logistiikka
- ☐ Laivojen päästömittaukset
- ☐ Säteily- tai muu päästömittaus
- ☐ Matkapuhelin- ja muiden viestiliikeneverkkojen mittaust
- ☒ Maatalouteen liittyvät työt
- ☒ Metsätalouteen tai metsänhoitoon liittyvät tehtävät
- ☐ Tilannekuvan tuottaminen muuta toimintaa johtavalle taholle
- ☐ Ilma-alusten ulkopuoliset tarkastukset
- ☒ Kartoitus
- ☐ Lidar tai muu sensori
- ☐ Koelentotoiminta (uusien laitteiden/toiminnallisuuden kehitys)
- ☐ Etsintä- ja pelastuspalvelu
- ☐ Valvontatehtävät
- ☐ Malminetsintä tai muu maaperän tutkimus
- ☒ Tieteellinen tutkimustoiminta
- ☐ Lämpökameraa edellyttävät tehtävät
- ☒ RPAS lentokoulutus

Jokin muu toiminta, mikä?

### Toiminta-alue

---

Tarkoitus on toimia asutuskeskuksen tiheästi asutulla alueella \*

- ☒ Kyllä  
☐ Ei

Tarkoitus on toimia näköyhteyden ulkopuolella (BVLOS) --> Vaatii D-alueen \*

- ☐ Kyllä  
☒ Ei

Tarkoitus on toimia ulos kokoontuneen väkijoukon yläpuolella \*

- ☒ Kyllä  
☐ Ei

### Tietojen julkisuus

---

Trafin verkkopalvelussa tullaan julkaisemaan Toimijan nimi, sähköpostiosoite, www-sivujen osoite ja toiminnan laatu


Antamamme tiedot saa julkaista Trafin verkkopalvelussa \*

- ☒ Kyllä  
☐ Ei

### Lähetä

---

**Lähetä**

<input type="checkbox"/>	En ole robotti	 reCAPTCHA Tietosuojat - Ehdot
--------------------------	----------------	---

## Tilapäinen vaara-alue EFD412 LAMMI-EVO

<p align="center"><b>AIP SUPPLEMENT - SUOMI / FINLAND</b></p> <p align="center">Aeronautical Information Service</p> <p align="center"><a href="http://ais.fi">ais.fi</a></p>	<p align="center">AIP SUP NR <b>26 / 2017</b></p>
<p align="center">FINAVIA, P.O. Box 50, FI-01531 VANTAA, <a href="mailto:ais@finavia.fi">ais@finavia.fi</a></p>	<p align="center">WEF <b>24 MAR 2017</b></p>

**FINLAND FIR, TILAPÄINEN VAARA-ALUE  
EFD412 LAMMI-EVO**

Julkaisupäivä 9.3.2017

**FINLAND FIR, TEMPORARY DANGER AREA  
EFD412 LAMMI-EVO**

Publication date 09 MAR 2017

REF AIP, ENR 5.1

Finavia julkaisee tilapäisen vaara-alueen Liikenteen turvallisuusviraston päätöksen (TRAFI/28320/05.00.12.00/2017, 27.2.2017) mukaisesti.

The temporary danger area is published by Finavia in accordance with the decision of the Finnish Transport Safety Agency (TRAFI/28320/05.00.12.00/2017, 27.2.2017).

**1. Voimassaolo****1. Validity**

24 MAR - 31 DEC 2017

Alue on aktivoitavissa seuraavina aikoina:

The area can be activated as follows:

24 MAR 2017, 0700 UTC - 31 DEC 2017, 2200 UTC

**2. Aktivointi****2. Activation**

Katso kohta 3, sarake 4.

See para 3, column 4.

**3. Alue****3. Area**

Designation Lateral limits	Vertical limits	Activity type	Time of activity	RMK
1	2	3	4	5
<b>EFD412A LAMMI-EVO</b> 610341N 0250416E - 610248N 0250420E - 610248N 0250128E - 610333N 0250121E - 610341N 0250416E	<u>FL 70</u> SFC	UAV	NOTAM	AMC Manageable Area ICAO 7-days advance notice (NOTAM) cannot be guaranteed.
<b>EFD412B LAMMI-EVO</b> 610453N 0250654E - 610250N 0250654E - 610248N 0250419E - 610340N 0250415E - 610332N 0250122E - 610248N 0250129E - 610335N 0245943E - 610450N 0250138E - 610453N 0250654E	<u>2000 FT MSL</u> SFC	UAV	NOTAM	AMC Manageable Area ICAO 7-days advance notice (NOTAM) cannot be guaranteed.
<b>EFD412C LAMMI-EVO</b> 610457N 0251333E - 610248N 0251114E - 610250N 0250653E - 610453N 0250653E - 610457N 0251333E	<u>2000 FT MSL</u> SFC	UAV	NOTAM	AMC Manageable Area ICAO 7-days advance notice (NOTAM) cannot be guaranteed.
<b>EFD412D LAMMI-EVO</b> 610340N 0245901E - 610242N 0250119E - 610057N 0250126E - 610108N 0245750E - 610303N 0245753E - 610340N 0245901E	<u>2000 FT MSL</u> SFC	UAV	NOTAM	AMC Manageable Area ICAO 7-days advance notice (NOTAM) cannot be guaranteed.
<b>EFD412E LAMMI-EVO</b> 611344N 0250437E - 611332N 0250923E - 611226N 0251211E - 611102N 0251109E - 611022N 0250542E - 611155N 0250218E - 611344N 0250437E	<u>2000 FT MSL</u> SFC	UAV	NOTAM	AMC Manageable Area ICAO 7-days advance notice (NOTAM) cannot be guaranteed.
<b>EFD412F LAMMI-EVO</b> 611530N 0250420E - 611434N 0250522E - 611406N 0250411E - 611359N 0250226E - 611515N 0250137E - 611530N 0250420E	<u>2000 FT MSL</u> SFC	UAV	NOTAM	AMC Manageable Area ICAO 7-days advance notice (NOTAM) cannot be guaranteed.

J..

**4. ATS-palvelua antava yksikkö****4. Unit providing ATS service**

Yksikkö / Unit	FREQ MHZ
ACC EFIN	123.775

*Huom.: ATS-palvelu julkaistujen toiminta-aikojen mukaisesti.*

*Note: ATS service according to published OPR HR.*

**5. AIXM 5.1 liitetiedosto**

Tämä AIP SUP julkaisu sisältää xml-siirtotiedoston AIXM 5.1 muodossa julkaistujen alueiden sivu- ja korkeusrajoista. Tiedostoa ei ole tarkoitettu operatiiviseen käyttöön, vaan sillä on tarkoitus testata ja kehittää elektronisen tiedonvälityksen mahdollisuuksista. Palaute [ais@finavia.fi](mailto:ais@finavia.fi).

Tiedoston saa esiin Adobe Reader ohjelman Liitetiedostot-paneelistä, josta se voidaan tallentaa jatkokäyttöä varten. Xml-tiedosto on tekstitiedosto ja se voidaan avata katselua varten esim. muistio tyyppisillä ohjelmissa.

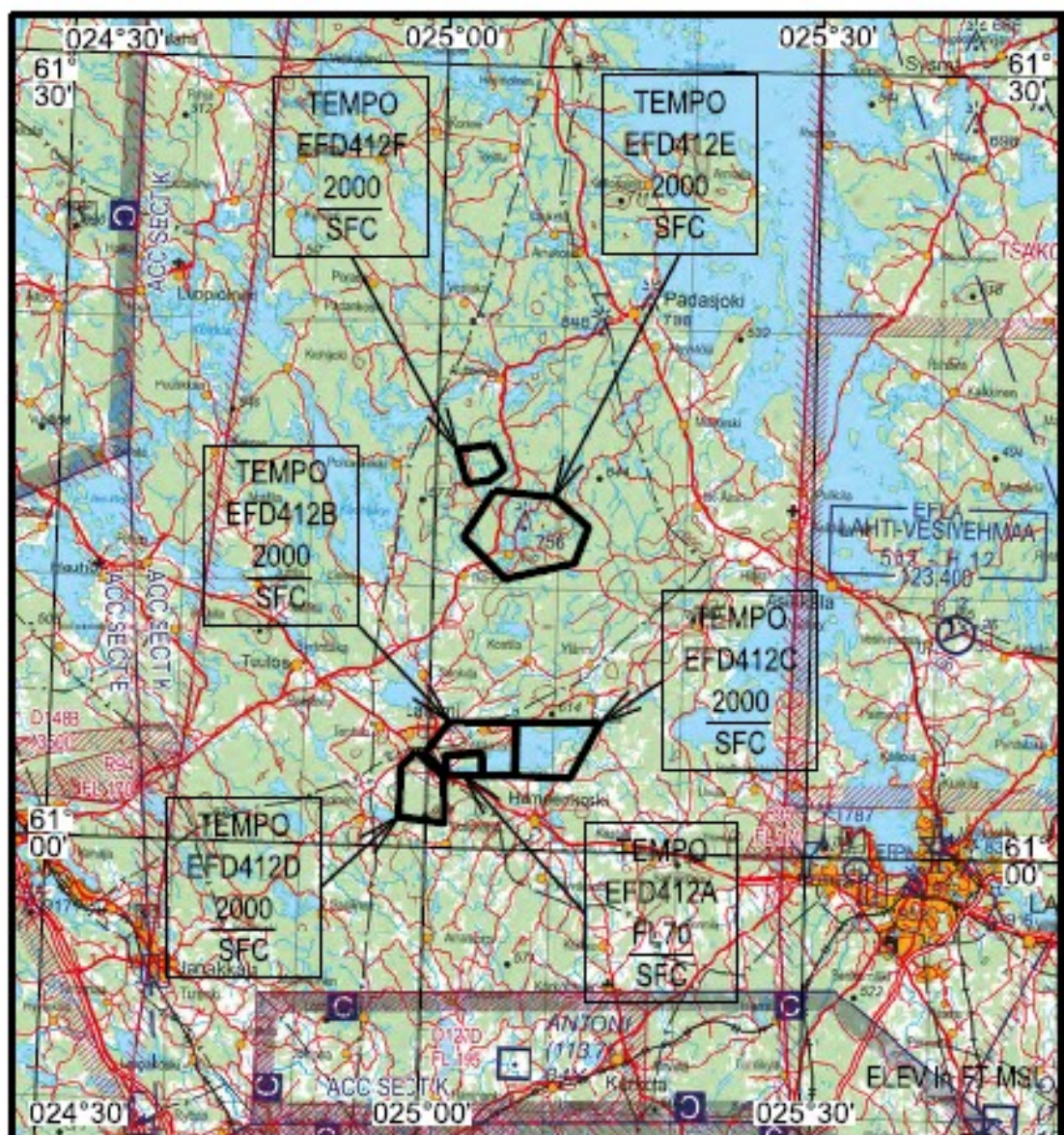
**5. AIXM 5.1 attachment**

This electronic AIP SUP publication contains xml-file attachment in AIXM 5.1 format. File contains lateral and vertical limits for published areas. File is not for operational purposes but it is intended to test and develop electronic data delivery options. Feedback to [ais@finavia.fi](mailto:ais@finavia.fi).

The attached file can be found and saved in the base attachment panel of the Adobe Reader. The attached xml-file is a simple text file and can be opened for example with notepad like programs for viewing.



TEMPO EFD412 LAMMI-EVO  
24 MAR - 31 DEC 2017



**Toimintaohje lentotoimintaan****Valmistelut**

- Lentotehtävän määrittely
- Mahdollinen riskianalyysin laatiminen
- Ilmatilan rakenteen ja läheisyyden tarkastaminen, yhteys lennonjohtoon tarvittaessa.
- Henkilöstön perehdyttäminen, osaavatko kaikki tehtävänsä
- Alueen eristäminen
- Sammutus ja ensiapuvälineet paikalla
- Säätilan seuranta ja tarkastus

**Ennen lentoa lähtöä**

- Tabletti
  - Virta tablettiin, akku täynnä
  - Tablettiin Fly mode päälle (lentotila, jolloin ei muita häiriöitä)
  - Auto-lock 15min –tarkista asetuksista
  - Laitteen äänet täysillä
  - Dji GO ohjelma päälle
- Kauko-ohjain
  - Virta-kauko-ohjaimeen, latauksen taso täysi
  - Suuntaa antennit
  - Tarkista tabletin kiinnitys
  - Varmista lentotilan kytkin P-mode
- Kopteri
  - Gimbaalin suoja pois
  - Kopterin ulkoinen tarkastus, kunto ok
  - Muistikortti paikallaan
  - Potkurit kiinni – tarkasta ja varmista
  - Akku paikalla, lataus täynnä
  - Kopteri tukevalla alustalla akku kauko-ohjaajaan päin.
  - Käynnistä kopteri
- Tabletti
  - RTH korkeus riittävä tehtävän kannalta n. 40m
  - Maksimikorkeus - tarkasta (alle 150m)
  - Maksimietäisyys - tarkasta (tehtävän kannalta riittävä)
  - Kompassin kalibrointi jos liikkuttu yli 50km tai kone pyytää
  - Varmista kopterin tila Ready to fly (GPS)

### Lentoon lähtö

- Tarkista lentoalueen esteettömyys ja alueen eristys
- ”Lennätys alkaa” – ilmoita muille
- Tarkista näytöltä
  - Laitteen status - Safe to fly - vihreä
  - Sateellittien määrä – riittävä
  - Signaalit riittävät
- Kopterissa status valot vilkkuvat tai palavat vihreinä
- Nosta kopteri ilmaan
- Ilma-alus stabiilisti paikallaan -tarkasta
- Home-point asetus – tarkasta kartalta
- Ohjain toimii - tarkasta
- Kamera toimii - tarkasta
- Kartta päivittyy – tarkasta

### Laskeutuminen

- Tarkista laskeutumisalueen esteettömyys ja alueen eristys
- ”laskeutuminen alkaa” – ilmoita muille
- Gimbaali yläasennossa
- Tuulen suunta – tarkasta
- Laskeudu
- Kopterin virta pois
- Kauko-ohjainen virta pois
- Kopterin kunto – tarkasta
- Lennätys päättynyt. Ilmoita tarvittaessa lennonjohtoon ja lennätystehtävän antajalle.
- Kirjaa lennon tiedot lennätyspäiväkirjaan
- Pura alueen eristys
- Pakkaa laitteisto salkkuun varovasti

## Teemahaastattelun runko

- Teemat
  - apukysymykset
    - tarkentavat pikkukysymykset
- Oma suhde RPAS käyttöön
  - kuinka kauan käyttänyt
  - millä kalustolla
  - tutkija, myyjä, yrittäjä, opettaja
- Alan nykytila
  - Toimintaympäristö
    - Määräykset ja säännöt
    - kv-kansallinen
- Laitteistot ja mihin ne soveltuvat
  - oma laitteisto tai muuten käytetty laitteisto
  - kokemukset ja tuntemukset millaista laitteistoa mihinkin voi käyttää
    - erilaisten laitteiden soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin
- RPAS käyttökohteet yleensä
  - Luonnonvara-alalla
    - Metsä
    - Maatalous
    - Puistot ja puutarhat
    - Keke/ympäristösuunnittelu
    - Muut mahdollisuudet
- RPAS liiketoiminta
  - Oma liiketoiminta tai muu tunnettu
    - mistä bisnes syntyy – mistä ei
    - onko kannattavaa
    - laajennettavissa
    - kilpailu
- RPAS hyödyntäminen tutkimuksessa / soveltaminen (tutkijoiden teema)
  - mitä tutkittu
  - kuinka näitä voidaan soveltaa käytäntöön
    - kustannukset
    - tuotto
    - toimivuus
    - opetettavia asioita
- Aiheen opettaminen/koulutus
  - mitä aiheesta olisi opetettava, tärkeimmät asiat aloittelijalle
    - onko esim. lainsäädäntö vai lentäminen vai datan käsittely
  - kuinka opetetaan
- Luonnonvara-ala/agrologi/hortonomi/metsätalousinsinööri/ympäristösuunnittelija dronen käyttäjänä
  - millaisiin tehtäviin voisi soveltua
    - osaatko luetella käyttötarkoituksia
    - missä toisi lisäarvoa toimintaan.
  - millä tasolla tulisi asiaa käsitellä
    - soveltuuko jokapojan apuvälineeksi
- Alan tulevaisuus
  - kuinka arvelet alan kehittyvät
    - Suomessa
    - maailmalla

## HAMK biotalouden RPAS-moduulin kuvaus

## Kauko-ohjatut ilma-alukset biotaloudessa 15op

## Moduulin osaamistavoitteet:

## Opiskelija osaa

- Käyttää kauko-ohjattua ilma-alusta turvallisesti
- Soveltaa kauko-ohjattua ilma-alusta biotalouden käyttökohteisiin
- Soveltaa kauko-ohjattua ilma-alusta oman ammattialansa käytännön ongelman ratkaisuun.

Moduuli arvioidaan asteikolla 1-5 ja arviointikriteerit määritellään tasoille 1,3 ja 5.

## Moduulin arviointikriteerit:

- Taso 1:  
Opiskelija tuntee kauko-ohjattuja ilma-aluksia koskevan lainsäädännön ja niiden lennättämiseen liittyvät turvallisuusmääräykset. Hän osaa lennättää laitetta turvallisesti. Hän tunnistaa laitteen käyttömahdollisuuksia biotaloudessa. Hän kykenee määrittelemään laitteella ratkaistavan oman ammattialansa ongelman.
- Taso 3:  
Opiskelija osaa suunnitella turvallisen kauko-ohjatun lennon ja toimia ilma-aluksen päällikkönä. Hän osaa lentää kauko-ohjatulla ilma-aluksella ja kerätä sillä kuva-aineistoa tehtävän vaatimusten mukaan. Hän tunnistaa laitteen käyttömahdollisuudet biotaloudessa ja osaa käyttää laitetta erilaisiin kartoitus ja kuvaustehtäviin. Hän osaa ratkaista oman ammattialansa ongelman käyttäen kauko-ohjattua ilma-alusta apunaan.
- Taso 5:  
Opiskelija osaa analysoida kauko-ohjatun ilma-aluksen turvalliseen käyttöön liittyvää säännöstöä ja lentämiseen vaikuttavia asioita. Hän tunnistaa laitteen käyttökohteet biotaloudessa ja osaa kehittää uusia käyttökohteita. Hän osaa luovasti ratkaista oman ammattialansa käytännön ongelmia käyttäen kauko-ohjattua ilma-alusta apunaan.